

INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETĂRI ECONOMICE

Cu titlu de manuscris

CZU: 001.89:005(478)(043)

CUJBA RODICA

**ORGANIZAREA ȘI AUTOORGANIZAREA SISTEMULUI DE
CERCETARE, DEZVOLTARE ȘI INOVARE ÎN REPUBLICA
MOLDOVA. ASPECTE SINERGETICE**

Specialitatea 521.03. Economie și management în domeniul de activitate

Teză de doctor în științe economice

Conducător științific:

ROTARU Anatol
doctor habilitat,
profesor universitar

CATAN Petru
doctor habilitat,
profesor universitar

Consultant științific:

DICUSAR Alexandr
doctor habilitat,
profesor universitar,
m. cor. al AȘM

Autor:

CUJBA Rodica

CHIȘINĂU, 2021

© CUJBA Rodica, 2021

CUPRINS

CUPRINS	3
ADNOTARE	5
ANNOTATION.....	6
АННОТАЦИЯ.....	7
LISTA TABELELOR	8
LISTA FIGURILOR	9
LISTA ABREVIERILOR ȘI ACRONIMELOR.....	11
INTRODUCERE	12
1. CADRUL TEORETICO-CONCEPTUAL AL ORGANIZĂRII ȘI AUTOORGANIZĂRII SISTEMULUI DE CERCETARE, DEZVOLTARE ȘI INOVARE.....	20
1.1. Aspecte conceptuale privind definițiile, organizarea și studierea sistemului de cercetare, dezvoltare și inovare	20
1.2. Abordări teoretico-metodologice privind autoorganizarea sistemului complex de cercetare, dezvoltare și inovare.....	31
1.3. Concepții privind managementul și modelarea sistemului de cercetare, dezvoltare, și inovare	38
1.4. Concluzii la capitolul 1	46
2. PARTICULARITĂȚI DE ORGANIZARE A SISTEMELOR DE CERCETARE, DEZVOLTARE ȘI INOVARE	47
2.1. Modelul conceptual de organizare a sistemului de cercetare, dezvoltare și inovare	47
2.2. Tendințe de dezvoltare a sistemelor de cercetare, dezvoltare și inovare	50
2.3. Sinteza metodelor de evaluare în sistemul de cercetare, dezvoltare și inovare	61
2.4. Principii de organizare a sistemelor CDI și clasificarea acestora din punct de vedere al resurselor și implicării sectorului privat în activitățile CDI.....	65
2.5. Concluzii la capitolul 2	89
3. ASPECTE SINERGETICE DE ORGANIZARE ȘI AUTOORGANIZARE A SISTEMULUI DE CERCETARE, DEZVOLTARE ȘI INOVARE. CĂI DE PERFEȚIONARE A SISTEMULUI CDI ÎN REPUBLICA MOLDOVA.....	90
3.1. Autoorganizarea și paradigma sinergetică în modelul informațional al științei	90
3.2. Viziuni privind interdependența sinergetică a sistemului socioeconomic și sistemului CDI al țării	99
3.3. Organizarea și autoorganizarea rețelei de colaborare științifică în sistemul CDI din Republica Moldova.....	109
3.4. Organizarea și perfecționarea sistemului de cercetare, dezvoltare și inovare în Republica Moldova.....	116

3.5. Concluzii la capitolul 3	135
CONCLUZII GENERALE ȘI RECOMANDĂRI	137
BIBLIOGRAFIE	142
În limba română	142
În limba engleză.....	148
În limba rusă	155
Referințe la resursele electronice	156
Lista publicațiilor autorului aferente tezei de doctorat	161
ANEXE.....	165
Anexa 1. Numărul de publicații indexate în BD Scopus în perioada 1996-2018 (10 țări cu cele mai multe publicații în 2018).....	166
Anexa 2. Populația în 10 țări ale lumii cu cele mai multe publicații indexate în Scopus în 2018	167
Anexa 3. Numărul de publicații indexate în BD Scopus în perioada 1996-2018 (10 țări din Europa de Est).....	168
Anexa 4. Populația în 10 țări din Europa de Est	169
Anexa 5. Indicele de Dezvoltare Umană (HDI) în 46 de țări ale lumii	170
Anexa 6. Numărul de publicații indexate în BD Scopus în 2018 cu autori din 46 țări și din întreaga lume.....	172
Anexa 7. Numărul populației în 46 de țări și în lume în 2018.....	173
Anexa 8. Numărul de brevete cu autori din 46 de țări înregistrate în 2018.....	174
Anexa 9. Acte de implementare a rezultatelor cercetărilor științifice	175
CURRICULUM VITAE AL AUTORULUI.....	180

ADNOTARE

CUJBA Rodica, „Organizarea și autoorganizarea sistemului de cercetare, dezvoltare și inovare în Republica Moldova. Aspecte sinergetice”, teză de doctor în economie, specialitatea 521.03. Economie și management în domeniul de activitate, Chișinău, 2021

Structura tezei: lucrarea conține introducere, 3 capitole, concluzii generale și recomandări, 220 de titluri bibliografice, 9 anexe, 129 de pagini de text de bază, 45 de figuri, 19 tabele. Cercetările sunt reflectate în 26 de lucrări științifice (peste 8 coli de autor).

Cuvinte cheie: sistem de cercetare, dezvoltare și inovare; managementul sistemului CDI; modelarea sistemului CDI; știință și tehnologie; știința despre știință; scientometrie; bibliometrie; organizarea sistemului CDI; autoorganizarea sistemului CDI; sistem complex CDI.

Scopul lucrării: fundamentarea teoretică și metodologică a organizării și autoorganizării sistemului complex de cercetare, dezvoltare, inovare prin identificarea aspectelor sinergetice în vederea elaborării și aplicării recomandărilor de organizare eficientă a sistemului CDI în Republica Moldova.

Obiectivele cercetării: Identificarea caracteristicilor sistemului complex CDI și metodelor de studiere și modelare a acestuia; Stabilirea tendințelor de dezvoltare a sistemelor CDI în lume și în Republica Moldova; Evidențierea caracteristicilor de organizare a sistemelor CDI în diferite țări și Republica Moldova; Determinarea aspectelor autoorganizatorii în sistemul de cercetare, dezvoltare și inovare; Identificarea soluțiilor de eficientizare a organizării sistemului CDI în Republica Moldova.

Noutatea și originalitatea științifică constă în dezvoltarea modelului conceptual de organizare a sistemului complex de cercetare, dezvoltare și inovare prin prisma elementelor de intrare, activităților, elementelor de ieșire; identificarea tendințelor de dezvoltare a sistemelor CDI; elaborarea clasamentului sistemelor CDI prin prisma indicatorilor scientometrici; determinarea nivelului de dezvoltare a științei în Republica Moldova în comparație cu alte țări; elaborarea formulei de calcul al Indicelui de Dezvoltare a Științei și Tehnologiei și determinarea interdependenței dintre sistemul CDI și sistemul social și economic al țării; determinarea rolului și nivelului de colaborare științifică în sistemul CDI din Republica Moldova; evidențierea caracteristicilor și problemelor în sistemul CDI în Republica Moldova prin prisma principiilor de instituționalizare și bazat pe analiza SWOT; propunerea măsurilor de eficientizare a organizării sistemului CDI în Republica Moldova.

Rezultatele obținute care contribuie la soluționarea problemei științifice importante:

În premieră, sistemul de cercetare, dezvoltare și inovare a fost studiat prin prisma diferitor aspecte de organizare și autoorganizare a sistemelor complexe. S-a fundamentat, că sistemul CDI este organizat din punct de vedere al instituționalizării și reglementării legislative și normative al acestuia, dar și autoorganizat prin prisma aspectelor sociale și culturale, modelului informațional, rețelei de colaborare științifică, și este strâns legat cu alte sisteme și subsisteme.

Semnificația teoretică constă în sintetizarea cadrului teoretico-conceptual al organizării și autoorganizării sistemului CDI; sistematizarea particularităților de organizare și management a sistemului CDI; identificarea aspectelor autoorganizatorii ale sistemului CDI.

Valoarea aplicativă a lucrării constă în recomandările și soluțiile propuse decidenților din sistemul de cercetare, dezvoltare și inovare și cercetătorilor din domeniul științei. Concluziile formulate pot servi drept bază teoretică la elaborarea unor strategii și politici în cercetare, dezvoltare și inovare.

Implementarea rezultatelor științifice: rezultatele cercetării au fost implementate la elaborarea regulamentelor și dezvoltarea sistemelor informatice la Academia de Științe a Moldovei; la Institutul de Dezvoltare a Societății Informaționale; la Universitatea Tehnică a Moldovei.

ANNOTATION

CUJBA Rodica, “Organization and self-organization of the research, development and innovation system in the Republic of Moldova. Synergetic aspects”, doctoral thesis in economics, specialty 521.03. Economics and management in the field of activity, Chisinau, 2021

Thesis structure: the paper contains the introduction, 3 chapters, general conclusions and recommendations, 220 bibliographic titles, 9 annexes, 129 pages of basic text, 45 figures, 19 tables. The research is reflected in 26 scientific papers (over 8 author’s sheet).

Keywords: research, development and innovation system, management of RDI system; modelling of RDI system; science and technology; science of science; scientometrics; bibliometrics; organization of RDI system; self-organization of RDI system; complex system of RDI.

The aim of the paper: theoretical and methodological substantiation of the organization and self-organization of the research, development and innovation complex system by identifying synergetic aspects in order to develop and apply recommendations for efficient organization of RDI system in the Republic of Moldova.

Research objectives: To identify the characteristics of the complex RDI system and its study and modelling methods; To emphasize the development trends of RDI systems in the world and in the Republic of Moldova; To highlight the organizational characteristics of RDI systems in different countries and in the Republic of Moldova; To determine the self-organizing aspects in RDI system; To identify solutions for enhancing the organization of the RDI system in the Republic of Moldova.

The scientific novelty and originality developing the conceptual model of the complex system of RDI through the prism of input elements, activities, output elements; identifying trends in the development of RDI systems; elaboration of the ranking of RDI systems through the prism of scientometric indicators; determining the level of development of science in the Republic of Moldova compared to other countries; elaboration of the formula of calculation the Science and Technology Development Index and determination of the interdependence between the RDI system and the social and economic system of the country; determining the role and level of scientific collaboration in the RDI system in the Republic of Moldova; highlighting the characteristics and problems in the RDI system in the Republic of Moldova in terms of institutionalization principles and based on SWOT analysis; proposing measures to enhance the organization of the RDI system in the Republic of Moldova.

The obtained results that contribute to the solution of the scientific problem: For the first time the RDI system was analyzed through the prism of different aspects of organization and self-organization of complex systems. It was justified that the RDI system is organized from the point of view of its institutionalization and legislative and normative regulation, but also self-organized in terms of social and cultural aspects, information model, scientific collaboration network and is closely linked to other systems and subsystems.

The theoretical significance consists in: synthesizing the theoretical-conceptual framework of the organization and self-organization of the RDI system; systematization of the particularities of organization and management of the RDI system; identification of self-organizing aspects of the RDI system.

The applicative value of the paper results from the recommendations and solutions proposed to decision-makers in the research, development and innovation system and researchers in the fields of science of science. The formulated conclusions can serve as a theoretical basis for the elaboration of strategies and policies in research, development and innovation.

The research results were implemented at the Academy of Sciences of Moldova, Information Society Development Institute, Technical University of Moldova.

АННОТАЦИЯ

КУЖБА Родика, «Организация и самоорганизация системы научных исследований, разработок и инноваций в Республике Молдова. Синергетические аспекты», докторская диссертация по экономике, специальность 521.03. Экономика и менеджмент по отраслям деятельности, Кишинев, 2021

Структура диссертации: работа содержит введение, 3 главы, общие выводы и рекомендации, 220 библиографических наименований, 9 приложений, 129 страниц основного текста, 45 рисунков, 19 таблиц. Исследование отражено в 26 работах (более 8 авт. листов).

Ключевые слова: система научных исследований, разработок и инноваций; управление системой научных исследований, разработок и инноваций; моделирование системы научных исследований, разработок и инноваций; наука и технологии; науковедение; наукометрия; библиометрия; организация системы научных исследований, разработок и инноваций; самоорганизация системы научных исследований, разработок и инноваций; сложная система научных исследований, разработок и инноваций.

Цель работы: теоретическое и методологическое обоснование организации и самоорганизации сложной системы научных исследований, разработок и инноваций путем выявления синергетических аспектов с целью разработки и реализации рекомендаций по эффективной организации системы научных исследований, разработок и инноваций в Р. Молдова.

Задачи исследования: выявление характеристик сложной системы научных исследований, разработок и инноваций, методов ее исследования и моделирования; установление тенденций развития систем научных исследований, разработок и инноваций в мире и в Республике Молдова; выделение принципов организации систем научных исследований, разработок и инноваций в различных странах и Республике Молдова; определение аспектов самоорганизации в системе научных исследований, разработок и инноваций; поиск решений для оптимизации организации системы научных исследований, разработок и инноваций в Республике Молдова.

Научная новизна и оригинальность заключается в разработке концептуальной модели организации сложной системы НИОКР через призму входных элементов, деятельности, выходных элементов; выявление тенденций в развитии систем научных исследований, разработок и инноваций; разработка рейтинга систем научных исследований, разработок и инноваций на основе наукометрических показателей; определение уровня развития науки в Молдове по сравнению с другими странами; разработка формулы расчета Индекса развития науки и технологий и определение взаимозависимости между системой научных исследований, разработок и инноваций и социально-экономическим развитием страны; определение роли и уровня научного сотрудничества в системе научных исследований, разработок и инноваций в Р. Молдова; выделение характеристик и проблем в организации системы научных исследований, разработок и инноваций в Республике Молдова с точки зрения принципов институционализации и на основе SWOT-анализа; предложение мер по оптимизации организации системы научных исследований, разработок и инноваций в Р. Молдова.

Полученные результаты, способствующие решению важной научной задачи: впервые система исследований, разработок и инноваций была изучена через призму различных аспектов организации и самоорганизации сложных систем. Было обосновано, что система научных исследований, разработок и инноваций в Республике Молдова является организованной с точки зрения ее институционализации, законодательного и нормативного регулирования, но также и самоорганизованной системой с точки зрения социальных и культурных аспектов, информационной модели, сети научного сотрудничества и тесно связана с другими системами и подсистемами.

Теоретическая значимость состоит в синтезе теоретико-концептуальной базы организации и самоорганизации системы научных исследований, разработок и инноваций; систематизации особенностей организации и управления системы научных исследований, разработок и инноваций; выявлении аспектов самоорганизации научных исследований, разработок и инноваций.

Прикладная ценность работы состоит в предлагаемых рекомендациях лицам, принимающим решения в системе научных исследований, разработок и инноваций, а также науковедам. Сформулированные выводы могут служить теоретической основой для разработки стратегий и политик в области исследований, разработок и инноваций.

Внедрение научных результатов: результаты исследований были внедрены в АНМ, в Институте развития информационного общества, в Техническом Университете Молдовы.

LISTA TABELELOR

Tabelul 1.1. Tipurile de modele ale sistemelor complexe.....	42
Tabelul 2.1. Principalele metode de evaluare aplicate în sistemul CDI.....	62
Tabelul 2.2. Asigurarea sistemelor CDI cu resurse și implicarea mediului de afaceri (anul 2018)	87
Tabelul 2.3. Clasamentul sistemelor CDI după nivelul de asigurare cu resurse și de implicare a mediului de afaceri în activități CDI (anul 2018).....	88
Tabelul 3.1. Numărul total de lucrări științifice și citări per lucrare în unele țări ale lumii (1996- 2018).....	94
Tabelul 3.2. Cotele contribuției în procesul informațional global a 10 țări	95
Tabelul 3.3. Cotele contribuției în procesul informațional regional a 10 țări din Europa de Est.....	96
Tabelul 3.4. Coeficienții de corelație și de impact al științei asupra nivelului de dezvoltare socioeconomică.....	103
Tabelul 3.5. Indicatorii de finanțare a științei în fostele republici ale URSS (anul 2018).....	106
Tabelul 3.6. Indicatorii de finanțare a științei în unele țări cu SDI > 5 (anul 2018).....	106
Tabelul 3.7. Coeficienții de corelație și de impact al științei și tehnologiei asupra nivelului de dezvoltare socio-economică calculați pentru perioada 1996-2018.....	108
Tabelul 3.8. Numărul de articole și cota acestora în funcție de numărul de autori	110
Tabelul 3.9. Colaborarea autorilor din Republica Moldova în cadrul publicării științifice.....	111
Tabelul 3.10. Colaborarea între organizații la nivel național	112
Tabelul 3.11. Colaborarea internațională de coautorat în lucrări științifice.....	113
Tabelul 3.12. Numărul de articole, numărul de țări afiliate autorilor cu rata de creștere	114
Tabelul 3.13. Viteza de reproducere a personalului științific uman în Republica Moldova în perioada 2000-2018.....	125
Tabelul 3.14. Analiza sistemelor CDI	130
Tabelul 3.15. Analiza SWOT a sistemului CDI în Republica Moldova	134

LISTA FIGURILOR

Fig. 1.1. Legăturile metricilor utilizate pentru analiza și monitorizarea activității de cercetare, dezvoltare și inovare	29
Fig. 1.2. Componentele Sinergeticii	33
Fig. 1.3. Caracteristicile sistemului complex	35
Fig. 1.4. Clasificarea modelelor și metodelor de modelare a sistemelor complexe după Belov ...	40
Fig. 1.5. Clasificarea modelelor sistemelor complexe, după Berinato	42
Fig. 2.1. Modelul conceptual al sistemului de cercetare, dezvoltare și inovare prin prisma intrărilor, activităților și rezultatelor.....	47
Fig. 2.2. Colaborarea științifică internațională, 15 țări din Europa de Est	53
Fig. 2.3. Colaborarea științifică internațională, 15 țări din Europa de Vest	54
Fig. 2.4. Colaborarea științifică internațională, 10 țări din America de Nord și Latină	55
Fig. 2.5. Colaborarea științifică internațională, 10 țări din Asia	55
Fig. 2.6. Paradigma cercetării-dezvoltării în e-Știință.....	57
Fig. 2.7. Locul e-Științei, e-Infrastructurii și Științei Deschise în sistemul CDI	59
Fig. 3.1. Numărul de publicații cu autori din întreaga lume incluse în bazele de date Web of Science și Scopus.	91
Fig. 3.2. Numărul de publicații per cercetător în diferite țări ale lumii (2003-2018).....	91
Fig. 3.3. Numărul de publicații per volumul de finanțare a unui cercetător în diferite țări ale lumii (2003-2018).....	92
Fig. 3.4. Dinamica SDI în 10 țări ale lumii cu cele mai mari valori Ps în 2018.....	97
Fig. 3.5. Dinamica SDI în 10 țări ale Europei de Est la nivel regional	98
Fig. 3.6. Dinamica SDI în 10 țări ale Europei de Est la nivel mondial	98
Fig. 3.7. Corelația dintre HDI și SDI în 27 țări ale UE (anul 2018).....	101
Fig. 3.8. Corelația dintre HDI și SDI în 11 țări ale fostei URSS (anul 2018).....	101
Fig. 3.9. Corelația dintre HDI și SDI în 7 țări din Asia de Sud și de Est (anul 2018).....	102
Fig. 3.10. Corelația dintre HDI și SDI în 46 de țări (anul 2018).....	102
Fig. 3.11. Dinamica coeficientului a în 3 grupuri de țări	104
Fig. 3.12. Corelația dintre SDI și cheltuielile interne brute pentru C&D (% din PIB) (anul 2018)	105
Fig. 3.13. Reprezentarea indicatorilor utilizați pentru măsurarea științei și tehnologiei.....	107
Fig. 3.14. Corelația dintre HDI și STDI în 45 de țări (anul 2018)	108
Fig. 3.15. Colaborarea în cadrul publicațiilor în 2000, 2010 și 2020	110

Fig. 3.16. Colaborarea autorilor din Republica Moldova în scrierea lucrărilor științifice	111
Fig. 3.17. Colaborarea între organizații la nivel național	112
Fig. 3.18. Colaborarea internațională a cercetătorilor din Republica Moldova în anii 2000, 2010 și 2020	114
Fig. 3.19. Țările cu care au colaborat cel mai activ cercetătorii din R.Moldova în 2000	115
Fig. 3.20. Țările cu care au colaborat cel mai activ cercetătorii din R.Moldova în 2010	115
Fig. 3.21. Țările cu care au colaborat cel mai activ cercetătorii din R.Moldova în 2020	115
Fig. 3.22. Dinamica cheltuielilor pentru cercetare-dezvoltare în Republica Moldova în perioada 1991-2003 (% din PIB)	117
Fig. 3.23. Dinamica populației ocupate în diferite ramuri ale economiei în perioada 1991-2003 (1991 – 100%)	118
Fig. 3.24. Dinamica populației ocupate în economie, a personalului științifico-didactic din IÎS, a cercetătorilor și a medicilor în perioada 2004-2018 (2004 – 100%).....	120
Fig. 3.25. Personal ocupat în activități științifice și tehnologice și cercetători per un milion populație (2018).....	121
Fig. 3.26. Cheltuieli interne brute pentru CD în perioada 2004-2018, % din PIB	122
Fig. 3.27. Distribuția pe domenii a tezelor de doctorat în 2014-2016.....	123
Fig. 3.28. Dinamica potențialului științific al Republicii Moldova (1955-1988).....	124
Fig. 3.29. Potențialul științific uman în Republica Moldova (1991-2018).....	125
Fig. 3.30. Cercetători în funcție de vârstă, % din numărul total (1999, 2010, 2018).....	126
Fig. 3.31. Cheltuieli guvernamentale pentru CD prevăzute în Programul național în domeniile cercetării și inovării pentru anii 2020-2023.....	128
Fig. 3.32. Structuri stabile ale sistemelor CDI	130
Fig. 3.33. Scheme de organizare a sistemelor CDI de tip X (a), de tip Y (b), în Republica Moldova (c)	133

LISTA ABREVIERILOR ȘI ACRONIMELOR

AAAS	Activitățile administrative și alte activități de suport
ABRM	Asociația Bibliotecarilor din Republica Moldova
ACDI	Activități de cercetare, dezvoltare și inovare
ACCDI	Activitățile conexe cercetării-dezvoltării-inovării
AȘM	Academia de Științe a Moldovei
AȘT	Activități științifico-tehnologice
C&D	Cercetare și dezvoltare experimentală
CDI	Cercetare, dezvoltare și inovare
CE	Comisia Europeană
CRIS	Sistem de Informații CURENTE din Cercetare (engl. Current Research Information System)
CSI	Comunitatea Statelor Independente
EE	Europa de Est
EEAC	Europa de Est și Asia Centrală
EIȘT	Educația și instruirea științifico-tehnologică
ENI	Echivalent norma întregă
HDI	Indicele de Dezvoltare Umană (engl. Human Development Index)
H-index	Indicele Hirsch (engl. Hirsch Index)
IF	Factor de Impact (engl. Impact Factor)
IÎS	Instituțiile de învățământ superior
ISI	Institutul pentru Informații Științifice (engl. Institute for Scientific Information)
OECD	Organizația pentru Cooperare și Dezvoltare Economică (engl. Organization for Economic Co-operation and Development)
PIB	Produsul Intern Brut
PNUD	Programul Națiunilor Unite pentru Dezvoltare
RENAM	Research and Educational Networking Association of Moldova
SC	Scopus
SCI	Indicele de citare științifică (engl. Science Citation Index)
SDI	Indicele de Dezvoltare a Științei (engl. Science Development Index)
SȘT	Serviciile științifico-tehnologice
STDI	Indicele de Dezvoltare a Științei și Tehnologiei (engl. Science and Technology Development Index)
ȘD	Știința Deschisă
UE	Uniunea Europeană
WoS	Web of Science

INTRODUCERE

Actualitatea și importanța temei abordate

Cercetarea, dezvoltarea și inovarea sunt factorii importanți în determinarea succesului unei țări în edificarea și dezvoltarea economiei și societății bazate pe cunoaștere. Știința și tehnologia sunt generatorul creșterii economice, dezvoltării sustenabile a țării. Prin urmare, importanța și rolul științei și inovării pentru dezvoltarea statului este un aspect care necesită nu doar conștientizare dar și cercetare prin prisma diferitor aspecte. În condițiile actuale de dezvoltare a științei în lume și în Republica Moldova, organizarea optimă a sistemului și dezvoltarea acestuia, bazate pe studii și analize este de o importanță majoră.

Din moment ce statul este „motorul” principal al organizării sistemului de cercetare, dezvoltare și inovare, problema interacțiunii cu statul este una foarte veche. Pe de o parte, organizarea activităților CDI presupune instituționalizarea acestora, pe de altă parte, aceasta este legată de problema creativității și structurării/autostructurării cunoștințelor în ansamblu.

Din punctul de vedere al instituționalizării și reglementării activității acestuia prin acte legislative și normative, sistemul CDI este sistem complex organizat, compus din instituții administrative, organizații sau organisme finanțatoare, organizații, întreprinderi, centre, laboratoare ce realizează activități CDI, instituții sau/și subdiviziuni de deservire ș.a. Pe de altă parte, sistemul CDI este și un sistem complex social, pentru că acesta reprezintă o configurație complexă a multor oameni legați între ei instituțional, tematic, cultural prin modele de relații care se suprapun.

Orice sistem CDI național este parte componentă a sistemului global CDI și trebuie examinat în contextul tendințelor globale. Totodată, sistemul național CDI interacționează cu sistemul educațional, cultural, social, economic, politic ș.a.; influențează și este influențat de acestea.

Pentru că sistemul CDI este un sistem complex, acesta este deschis, nelinear, robust, emergent, autoorganizator. Starea *deschisă* a sistemului CDI este menținută de schimbul de informație cu mediul exterior. Neliniaritatea sistemului CDI este reacția neobișnuită al acestuia la acțiunile externe: o acțiune nesemnificativă, dar corect organizată poate avea un impact mai mare asupra evoluției sistemului CDI decât o acțiune mai puternică, dar neadecvat prezentată în conformitate cu propriile tendințe de dezvoltare. Robustețea sistemului CDI constă în faptul, că nici o parte componentă internă sau externă nu poate controla procesul care este cu adevărat colectiv, paralel și distribuit între toate părțile sistemului. Grație acestei proprietăți organizarea sistemului este foarte rezistentă la distrugere și perturbări. Emergența sistemului CDI constă în crearea /

autoorganizarea rețelelor de colaborare științifică neformale, apariția și autoorganizarea informației și a cunoștințelor noi.

În ultimii 17 ani sistemul de cercetare, dezvoltare și inovare în Republica Moldova a fost și continuă să fie obiect al optimizării și reformării continue. După aprobarea în 2004 a Codului cu privire la știință și inovare (nr. 259 din 15.07.2004) și până în prezent continuă discuțiile și modificările legislative în organizarea sistemului. Aceste reforme fără de sfârșit afectează nu doar procesul de efectuare a activităților CDI și eficacitatea acestora, dar întregul sistem de cercetare, dezvoltare și inovare.

Prin urmare, organizarea și autoorganizarea sistemului CDI trebuie cercetată prin prisma științei despre știință și aplicând metode de modelare a sistemelor complexe.

Gradul de studiere a temei

Efectuând studiul tezelor de doctor și doctor habilitat susținute în Republica Moldova în ultimii 10 ani, care tangențial abordează aspectele de organizare și autoorganizare a sistemului de cercetare, dezvoltare și inovare din țara noastră, vom menționa 6 lucrări: Marina Pișcenco: „*Оценка и аккредитация научных организаций: синергетические аспекты*” (teza de dr., 2011, 174 p.), Victor Balmuș: „*Administrarea și autoadministrarea sferei științei și inovării în Republica Moldova*” (teză de dr. hab., 2012, 312 p.), Nelly Țurcan: „*Comunicarea științifică în contextul accesului deschis la informație*” (teză de dr. hab., 2012, 323 p.), Igor Cojocaru: „*Suportul informațional al evaluării cercetărilor științifice în Republica Moldova*” (teză de doctor, 2014, 160 p.), Gheorghe Cuciureanu: „*Perfecționarea managementului sistemului național de cercetare-dezvoltare în contextul proceselor de globalizare*” (teză de dr. hab., 2015, 383 p.), Ecaterina Negru: „*Impactul capitalului științific asupra dezvoltării socioeconomice și competitivității economice internaționale*” (teza de dr., 2018, 178 p.).

Totodată, menționăm că studiul prezentat în actuala lucrare vine să completeze și să actualizeze cercetarea realizată de dl Gheorghe Cuciureanu în 2014, prin tratarea și studierea sistemului de cercetare, dezvoltare și inovare drept sistem complex prin prisma diferitor aspecte sinergetice și analiza schimbărilor în sistemul CDI produse din 2014.

Scopul lucrării constă în fundamentarea teoretică și metodologică a organizării și autoorganizării sistemului complex de cercetare, dezvoltare, inovare prin identificarea aspectelor sinergetice în vederea elaborării și aplicării recomandărilor de organizare eficientă a sistemului CDI în Republica Moldova.

Scopul stabilit a determinat definirea următoarelor **obiective ale cercetării**:

- Identificarea caracteristicilor sistemului complex CDI și metodelor de studiere și modelare a acestuia;

- Stabilirea tendințelor de dezvoltare a sistemelor CDI în lume și în Republica Moldova;
- Evidențierea caracteristicilor de organizare a sistemelor CDI în diferite țări și Republica Moldova;
- Determinarea aspectelor sinergetice și autoorganizatorii în sistemul de cercetare, dezvoltare și inovare;
- Identificarea soluțiilor de eficientizare a organizării sistemului CDI în Republica Moldova.

Obiectul de cercetare este reprezentat de sistemele naționale de cercetare, dezvoltare și inovare din lume și sistemul CDI din Republica Moldova în calitate de sisteme complexe organizate și autoorganizate.

Ipoteza de cercetare constă în presupunerea că dacă sistemul CDI este sistem complex, atunci acesta: 1) este nu doar organizat, dar și autoorganizator; 2) este influențat de alte sisteme/subsisteme; 3) trebuie gestionat ținând cont de aspectele sinergetice ale acestuia.

Noutatea și originalitatea științifică rezidă în:

- dezvoltarea modelului conceptual al sistemului complex de cercetare, dezvoltare și inovare prin prisma elementelor de intrare, activităților, elementelor de ieșire;
- identificarea tendințelor de dezvoltare a sistemelor de cercetare, dezvoltare și inovare;
- elaborarea clasamentului sistemelor de cercetare, dezvoltare și inovare prin prisma indicatorilor scientometrici;
- determinarea nivelului de dezvoltare a științei în Republica Moldova în comparație cu alte țări în baza modelului informațional;
- elaborarea formulei de calcul al Indicelui de Dezvoltare a Științei și Tehnologiei și determinarea interdependenței sinergetice dintre sistemul CDI și sistemul socioeconomic al țării;
- determinarea rolului și nivelului de colaborare științifică organizată și autoorganizată în sistemul CDI din Republica Moldova;
- evidențierea caracteristicilor de organizare și problemelor în sistemul CDI în Republica Moldova prin prisma principiilor de instituționalizare și aspectelor sociale;
- propunerea măsurilor de eficientizare a organizării sistemului CDI în Republica Moldova.

Rezultatele obținute care contribuie la soluționarea problemei științifice importante:

În premieră, sistemul de cercetare, dezvoltare și inovare a fost studiat prin prisma diferitor aspecte de organizare și autoorganizare a sistemelor complexe. S-a fundamentat, că sistemul CDI este organizat din punct de vedere al instituționalizării și reglementării legislative și normative al

acestui, dar și autoorganizat prin prisma aspectelor sociale și culturale, modelului informațional, rețelei de colaborare științifică, și este strâns legat cu alte sisteme și subsisteme.

Este argumentat, că tendințele de dezvoltare a științei la nivel global sunt caracteristice și sistemului CDI din Republica Moldova. Aceste tendințe nu sunt impuse de sus dar sunt rezultat al autoorganizării sistemului global de cercetare, dezvoltare și inovare. Formula de calcul al *Indicelui de Dezvoltare a Științei și Tehnologiei*, propusă de autor, a permis determinarea nivelului de interdependență dintre sistemul socioeconomic al țării și nivelul de dezvoltare a științei și tehnologiei. A fost fundamentat, că în țările care nu dețin resurse energetice, știința și tehnologia, în special inovațiile, joacă un rol cheie în dezvoltarea socioeconomică a țării. S-a demonstrat, că în prezent sistemul complex CDI din Republica Moldova este un sistem instabil și prin urmare este necesară continuarea reformării sistemului CDI în Republica Moldova, aplicând recomandările concrete elaborate de autor în acest sens.

Semnificația teoretică constă în sintetizarea cadrului teoretico-conceptual al organizării și autoorganizării sistemului CDI; sistematizarea particularităților de organizare și management a sistemului CDI; identificarea aspectelor de autoorganizare a sistemului CDI.

Valoarea aplicativă a lucrării constă în recomandările și soluțiile propuse decidenților din sistemul de cercetare, dezvoltare și inovare și cercetătorilor din domeniile științei. Concluziile formulate pot servi drept bază teoretică la elaborarea unor strategii și politici în cercetare, dezvoltare și inovare.

Sinteza metodologiei de cercetare și justificarea metodelor de cercetare alese sunt bazate pe o abordare sistemică, care a inclus mai multe metode generale și specifice, și anume:

- Documentarea și sinteza bibliografică și analiza critică a surselor bibliografice;
- Modelarea conceptuală, descriptivă și informațională a sistemelor complexe;
- Metoda statistică de prelucrare a datelor, analiza de corelație;
- Studii de caz, compararea și elaborarea clasamentului;
- Analiza SWOT, extrapolarea și sinteza datelor.

Suportul informațional al cercetării îl reprezintă publicațiile științifice, bazele de date, rapoartele statistice și studiile analitice ale diverselor structuri din domeniu: Institutul de Statistică UNESCO, EUROSTAT, OECD, WIPO, SCOPUS, WEB OF SCIENCE, Biroul Național de Statistică, rapoartele AȘM, ANACEC, AGEPI, actele normative ale Republicii Moldova, publicațiile științifice naționale și internaționale, resursele Internet.

Problema științifică importantă soluționată constă în fundamentarea teoretică și metodologică a organizării și autoorganizării sistemului complex de cercetare, dezvoltare și inovare, fapt care a permis obținerea tehnicilor de evaluare a nivelului de dezvoltare a sistemelor

CDI în diferite țări; determinarea interdependenței dintre nivelul de dezvoltare a științei și tehnologiei și nivelul de dezvoltare socioeconomic al țării; stabilirea locului în lume a sistemului CDI din Republica Moldova; identificarea soluțiilor de eficientizare a organizării sistemului CDI în Republica Moldova.

Structura și conținutul lucrării sunt determinate de scopul, obiectivele studiului, ipoteza de cercetare și cuprinde trei părți: partea preliminară, partea principală, partea complementară.

Partea preliminară include foaia de titlu, foaia privind dreptul de autor, cuprinsul, adnotarea (în limbile română, rusă și engleză), lista abrevierilor, lista figurilor, lista tabelor.

Partea principală include introducerea, trei capitole de bază, rezultatele cercetării expuse în concluziile la fiecare capitol, concluziile generale și recomandările.

Partea complementară include bibliografia (220 titluri), lista publicațiilor autorului (26 de titluri), anexele, declarația privind asumarea răspunderii și CV-ul autorului.

În *Introducere* este prezentată actualitatea și importanța studiului în cauză. Sunt formulate gradul de studiere a temei, scopul lucrării, obiectivele cercetării, obiectul de cercetare, noutatea și originalitatea științifică, ipoteza de cercetare, sinteza metodologiei de cercetare, problema științifică importantă soluționată, sumarul capitolelor tezei.

Capitolul 1, intitulat *Cadrul teoretico-conceptual al organizării și autoorganizării sistemului de cercetare, dezvoltare și inovare* prezintă definițiile și termenii de bază utilizați în lucrare, analiza studiilor în domeniul științei și ramurii acesteia – *scientometriei*. În acest capitol sunt examinate caracteristicile sistemelor complexe și direcția relativ nouă – *Sinergetica* – care este aplicată în cercetarea sistemelor complexe autoorganizatorii. Sunt examinate metodele de modelare a sistemelor complexe, inclusiv a sistemelor de cercetare, dezvoltare și inovare.

În *capitolul 2*, intitulat *Particularități de organizare a sistemelor de cercetare, dezvoltare și inovare*, prezentată legătura și interdependența sistemului CDI cu alte sisteme și subsisteme prin dezvoltarea modelului conceptual optimizat al sistemului de cercetare, dezvoltare și inovare, studierea și prezentarea principalelor tendințe de organizare a sistemelor de cercetare, dezvoltare și inovare, analiza principiilor de organizare a sistemelor naționale CDI într-un șir de țări prin prisma principalelor acte legislative și normative, actorilor cheie, principiilor de finanțare, este elaborat clasamentul sistemelor CDI din 39 de țări în baza a cinci indicatori scientometrici care reflectă atât resursele de intrare (finanțarea și potențialul uman) cât și nivelul de implicare a sectorului privat în finanțarea și realizarea activităților CDI.

Capitolul 3, intitulat *Aspecte sinegetice de organizare și autoorganizare a sistemului de cercetare, dezvoltare și inovare. Căi de perfecționare a sistemului CDI în Republica Moldova* include studiul privind determinarea nivelului de dezvoltare a științei în baza modelului

informațional autoorganizat. Este studiat nivelul de interdependență dintre sistemul CDI și sistemul socioeconomic al țării stabilit în baza formulei de calcul al Indicelui de Dezvoltare a Științei și Tehnologiei propusă de autor. Tot aici sunt prezentate aspecte de organizare a sistemului CDI în Republica Moldova, este făcută analiza comparativă a diferitor indicatori scientometrici. În baza principiilor de organizare socială a sistemelor CDI în diferite țări, autorul prezintă tipizarea sistemelor CDI, efectuează analiza SWOT a sistemului CDI din Republica Moldova și propune principii de organizare optimă a sistemului pentru soluționarea problemelor identificate.

În anexe sunt prezentate datele primare extrase din bazele de date internaționale și naționale utilizate în teză, precum și actele de implementare a rezultatelor cercetărilor.

Limitele cercetării efectuate

Pentru că domeniul studiat este unul prea complex care necesită studii ample din diferite perspective, lucrarea de față este implicit incompletă, detalierea tuturor aspectelor nefiind posibilă. Astfel, prezenta lucrare s-a axat mai mult pe subsistemul de cercetare, dezvoltare, și mai puțin pe subsistemul de inovare.

În procesul de efectuare a cercetării la tema abordată, autorul a întâmpinat probleme legate de actualitatea datelor disponibile în diferite baze de date. Spre exemplu, Institutul de Statistică UNESCO publică date cu o întârziere de 2-3 ani, portalul Scimago Journal & Country Rank conține valori ale indicatorilor bibliometrici până în 2019, iar Biroul de Statistică al Republicii Moldova publică date statistice pentru anul precedent în lunile iunie-iulie al anului curent.

Implementarea rezultatelor științifice

Rezultatele au fost implementate în cadrul a trei proiecte de cercetare (15.817.06.13A, Platforma pilot pentru asigurarea evaluării calității și vizualizarea conținutului științific digital din RM - SCIFORM (2015-2019); 13.817.18.05A, Dezvoltarea suportului informațional pentru efectuarea studiilor scientometrice în Republica Moldova - INFOSCIENTIC (2013-2014); 10.820.08.05.RoF, Riscuri ce intervin în procesul de trecere de la societatea informațională către societatea cunoașterii. Cercetare prospectivă pe exemplul României și Republicii Moldova (iun. 2010 – dec. 2012)). În cadrul acestor proiecte au fost aduse contribuții importante prin elaborarea unor studii științifice, precum și la elaborarea și dezvoltarea a trei instrumente de suport pentru managementul și monitorizarea activității de cercetare-dezvoltare:

- Expert on-line (<https://expert.idsi.md/>), sistem național de management și monitorizare a entităților din CDI – persoane, organizații, fonduri, proiecte etc., elaborat în cadrul Institutului de Dezvoltare a Societății Informaționale;
- Instrumentul Bibliometric Național (<https://ibn.idsi.md/>), sistem de arhivare a publicațiilor științifice; instrument de asistență în procesul de evaluare a revistelor științifice și monitorizare

a manifestărilor științifice; aplicație utilă pentru realizarea studiilor bibliometrice; instrument pentru identificarea experților cu posibilitatea excluderii conflictelor de interese, elaborat în cadrul Institutului de Dezvoltare a Societății Informaționale;

- Sistem instituțional de management și monitorizare a activităților de cercetare, dezvoltare și inovare (<http://cris.utm.md/>), care permite stocarea datelor despre diferite entități (cercetători, unități de cercetare, proiecte, publicații, brevete etc.), elaborat în cadrul Universității Tehnice a Moldovei.

În cadrul Universității Tehnice a Moldovei rezultatele au fost implementate în cadrul Direcției Investigații Științifice la pregătirea studiilor scientometrice pentru rapoartele privind activitatea de cercetare, dezvoltare și inovare la UTM, la dezvoltarea sistemului de informație curentă din cercetare (<http://cris.utm.md/>).

Lucrarea se propune a fi utilizată în calitate de suport metodologic pentru decidenții în domeniul cercetare, dezvoltare și inovare din Republica Moldova.

Rezultatele obținute pot fi utilizare în cercetările ulterioare în domeniul științei despre știință.

Aprobarea rezultatelor științifice ale cercetării

Rezultatele prezentate în teză au fost expuse și aprobate la următoarele manifestări științifice naționale și internaționale: Conferința Științifică „Problemele actuale ale organizării și autoorganizării sistemului de cercetare-dezvoltare în Republica Moldova” – 2011, Chișinău; Conferința Științifică Internațională „Republica Moldova: 20 ani de reforme economice” – 2011, Chișinău; Conferința Științifică Internațională a doctoranzilor „Tendințe contemporane ale dezvoltării științei: viziuni ale tinerilor cercetători” – 2014, Chișinău; Conferința ”CEE eDem and eGov Days, 2017, 2019, Budapesta; Международный симпозиум «Международные и национальные научные организации как фактор формирования глобального научного сообщества», 2017, Киев; Conferința Internațională Științifico-Practică „Creșterea economică în condițiile globalizării”, ediția 2017, ediția 2018, Chișinău, Conferința internațională „*Mathematical Foundations of Informatics*”, 2-6 iulie 2018, Chișinău.

Publicații la tema tezei

Rezultatele cercetării au fost publicate în 26 de lucrări în volum de peste 0,8 coli de autor, inclusiv: 1 contribuții în monografie colectivă, 4 articole în reviste științifice internaționale; 11 articole în reviste științifice naționale recunoscute (cat. A, inclusa în Web of Science – 1; cat. B – 7; cat. C - 3); 3 articole în culegeri ale manifestărilor științifice organizate peste hotare, 6 articole în culegeri ale manifestărilor științifice naționale și internaționale organizate în țară; 1 teze la manifestări științifice organizate în țară.

Cuvinte cheie: sistem de cercetare, dezvoltare și inovare; managementul sistemului CDI; modelarea sistemului CDI; știință și tehnologie; știința despre știință; scientometrie, bibliometrie, organizarea sistemului CDI, autoorganizarea sistemului CDI, sistem complex CDI.

„Cea mai minunată descoperire făcută de oamenii de știință este Știința însăși.”

Jacob Bronowski

1. CADRUL TEORETICO-CONCEPTUAL AL ORGANIZĂRII ȘI AUTOORGANIZĂRII SISTEMULUI DE CERCETARE, DEZVOLTARE ȘI INOVARE

1.1. Aspecte conceptuale privind definițiile, organizarea și studierea sistemului de cercetare, dezvoltare și inovare

Principalul act legislativ al Republicii Moldova în domeniile cercetare, dezvoltare și inovare (CDI) este Codul cu privire la știință și inovare nr. 259 din 15.07.2004 (Cod). Codul reglementează activitățile în domeniile cercetării și inovării, inclusiv procesul de elaborare și implementare a politicilor, evaluarea organizațiilor, confirmarea și recunoașterea titlurilor științifice și științifico-didactice.

Potrivit Codului (259/2004), cercetarea-dezvoltarea, inovarea și transferul tehnologic (denumite în Cod generic ca domeniile cercetării și inovării) sunt domenii de bază susținute de stat în mod prioritar, care asigură dezvoltarea socioeconomică și creșterea competitivității țării.

Cu referire la termenul de *cercetare*, Codul (259/2004) stabilește că aceasta înglobează 3 componente: activitatea de cercetare fundamentală, cercetare aplicativă și dezvoltare experimentală. Potrivit aceleiași surse, *cercetarea fundamentală* este „activitate care are drept scop dobândirea de noi cunoștințe, formularea și verificarea a noi ipoteze și teorii într-un domeniu al științei”, iar *cercetarea aplicativă* este „activitate care are drept scop acumularea și utilizarea cunoștințelor noi pentru soluționarea unor probleme practice, pentru crearea de noi produse, tehnologii și servicii sau pentru îmbunătățirea lor”. Tot acolo: *Dezvoltarea experimentală* este ”activitate sistematică fundamentată pe cunoștințele existente, obținute în urma cercetării și/sau din experiența practică și este orientată spre obținerea de materiale, produse sau dispozitive noi, stabilirea de noi procedee, sisteme și servicii ori spre ameliorarea substanțială a celor deja existente sau stabilite”.

În același timp, Manualul Frascati (Frascati Manual 2015), editat de Organizația pentru Cooperare și Dezvoltare Economică (Organization for Economic Co-operation and Development – OECD), utilizează termenul cumulativ de *cercetare (care include cercetarea fundamentală și cea aplicativă) și dezvoltare experimentală* (CD). Definițiile acestor termeni nu diferă în esență de noțiunile prezentate în Cod, însă Manualul Frascati menționează, că ordinea în care sunt expuse aceste definiții (cercetarea fundamentală – cercetarea aplicativă – dezvoltarea experimentală) nu

înseamnă că ele sunt derulate anume în această ordine. Există multe fluxuri de informație și cunoștințe în sistemul CD. Astfel, dezvoltarea experimentală poate sta la baza unei cercetări fundamentale și nu există niciun motiv pentru care rezultatele cercetării fundamentale nu ar putea duce la apariția unor noi produse, procese sau servicii.

Cu referire la componenta de inovare, Codul precizează, că *inovarea* este „*activitate de aplicare a rezultatului obținut de pe urma cercetării și/sau experienței practice, care este orientată spre utilizarea în activitatea practică și/sau comercializarea pe piață a materialelor, produselor sau dispozitivelor, procedeele, sistemelor și serviciilor noi sau ameliorate substanțial*” (259/2004, art. 20).

Manualul Oslo (Oslo Manual 2018), editat de OECD, oferă îndrumări în ceea ce privește colectarea, raportarea și utilizarea datelor privind inovarea. Manualul Oslo menționează, că *activitățile de inovare* cuprind toate etapele științifice, tehnologice, organizaționale, financiare și comerciale, care, de fapt, sunt sau intenționează să conducă la implementarea inovațiilor. Unele activități de inovare sunt ele însele inovatoare, altele nu sunt activități noi, ci sunt necesare pentru implementarea inovațiilor. Activitățile de inovare includ și cercetarea și dezvoltarea care nu sunt direct legate de dezvoltarea unei inovații specifice.

Spre deosebire de Cod, Manualul Oslo face distincție între activitățile de inovare ca proces și inovație ca rezultat. Astfel, *inovația* este un produs sau proces nou sau îmbunătățit (sau o combinație a acestora) care diferă semnificativ de produsele sau procesele anterioare ale unității și care a fost pusă la dispoziția potențialilor utilizatori (produs) sau pus în funcțiune de unitate (proces) (Oslo Manual 2018, p. 60).

Un alt manual utilizat în domeniu este Manualul Canberra (Canberra Manual 1995), editat de UNESCO, care ține de măsurarea resurselor umane în știință și tehnologie (engl. human resources in science and technology – HRSI).

În contextul prezentei lucrări, dar și al manualelor menționate mai sus, trebuie clarificate noțiunile de *știință și tehnologie*.

Potrivit Dicționarului explicativ al limbii române, cuvântul *știința* are mai multe sensuri: „1. Faptul de a avea cunoștință (de ceva), de a fi informat; **cunoaștere**. 2. Conștiință. II. 1. Tip de cunoaștere sigură și rațională în legătură cu natura lucrurilor și a condițiilor lor de existență în forma unui corp de adevăruri despre un obiect propriu. 2. Ansamblu de cunoștințe despre un obiect dat sau distinct (natură, societate, gândire etc.) dobândite prin descoperirea legilor obiective ale fenomenelor și explicarea lor. 3. Pregătire intelectuală, instrucție; învățatură, erudiție. ◇ Știință de carte = cunoștințe de scriere și de citire. ◇ Om de știință = savant, învățat.” (DEX 2009).

În Manualul Canberra termenul *știința* este utilizat în sensul larg al cuvântului care înseamnă *cunoaștere* („knowledge” or „knowing”) (1995, p. 16).

Conform Dicționarului explicativ al limbii române, *cunoașterea* este acțiunea de a cunoaște și rezultatul ei.; reflectare în conștiință a realității existente independent de subiectul cunoscător; faptul de a poseda cunoștințe, informații date asupra unui subiect, asupra unei probleme (DEX 2009).

Definirea *tehnologiei* pare mai puțin controversată, aceasta însemnând „aplicarea cunoștințelor” (Canberra Manual 1995, p. 16).

Cu alte cuvinte, *știința* acumulează cunoștințele, iar *tehnologia* le aplică.

Vom menționa, că termenul de *știință* și derivatele acestuia sunt utilizate în sensul larg al cuvântului atât în denumirea principalului act legislativ al Republicii Moldova în domeniu – „Codul cu privire la știință și inovare”, cât și de instituțiile/organizațiile internaționale și naționale responsabile de acumularea și prelucrarea datelor statistice în domeniu.

Spre exemplu, în Manualul Frascati (Farscati Manual 2015, p. 378) *activitățile științifice și tehnologice* sunt definite drept activități sistematice care sunt strâns legate de generarea, avansarea, diseminarea și aplicarea cunoștințelor științifice și tehnice în toate domeniile științei și tehnologiei. Activitățile științifice și tehnologice pot fi divizate în trei grupuri mari: cercetarea și dezvoltarea experimentală; educație și formare științifică (nivelul 3); serviciile științifice și tehnologice.

Institutul de Statistică UNESCO (<http://data.uis.unesco.org/>) clasifică indicatorii statistici din domeniu ca fiind din *Știință, Tehnologie și Inovare*, în care se includ: Cercetarea și dezvoltarea experimentală; Inovarea.

OECD (<https://stats.oecd.org/>) structurează indicatorii statistici în domeniu sub rubrica *Știință, Tehnologie și Patente*, care include mai multe subrubrici, inclusiv: *Statistica de Patentare; Statistica în Cercetare și Dezvoltare; Indicatorii din Știință și Tehnologie*.

În Anuarele statistice ale Republicii Moldova editate de Biroul Național de Statistică datele statistice din domeniu sunt publicate sub rubrica *Știință și proprietate intelectuală*.

Reieșind din definițiile și conceptele analizate în diferite surse și prezentate mai sus, termenii utilizați în prezenta lucrare vor avea următorul sens:

- Sistem CDI – ansamblul actorilor, politicilor, subiecților, activităților, elementelor de intrare și de ieșire tangibile (cuantificabile) și intangibile din domeniu.
- Actori din CDI – autoritățile publice, organizațiile din domeniul cercetării științifice, dezvoltării tehnologice și inovării.

- Politici din CDI – legi, strategii, programe, regulamente, metodologii etc. în domeniu.
- Subiecți din CDI – persoane juridice sau fizice care desfășoară activități de cercetare științifică, dezvoltare tehnologică și inovare sau activități conexe CDI.
- Activități din CDI – activități de cercetare științifică, dezvoltare tehnologică și inovare și activități conexe CDI, inclusiv educație și formare științifică (nivelul 3).
- Elemente de intrare cuantificabile – finanțe, potențial uman, infrastructura de cercetare.
- Elemente de ieșire cuantificabile – personal științific calificat (rezultat al formării științifice), publicații științifice, rapoarte, brevete (patente), produse, implementări, seturi de date, metode, modele, baze de date, tehnologii ș.a.
- Elemente de intrare/ieșire intangibile – cunoștințe, informații, idei, tehnici, cultura organizațională ș.a.
- Știință – cercetare aplicativă, cercetare fundamentală și dezvoltare tehnologică.
- Tehnologie – aplicarea științei, inclusiv inovarea.

Din moment ce statul este „motorul” principal al organizării sistemului CDI, problema interacțiunii cu statul este una foarte veche. Pe de o parte, organizarea activităților CDI presupune instituționalizarea acestora, pe de altă parte, aceasta este legată de problema creativității și structurării cunoștințelor în ansamblu.

Ca instituție socială știința se conturează în Europa de Vest în secolele XVI-XVII. Instituționalizarea științei a fost în mare parte legată de recunoașterea valorii cercetării științifice și a cunoașterii. Pentru prima dată, odată cu lovitura de stat copernicană, cercetarea științifică și-a anunțat pretențiile cu privire la rolul unei forțe care oferă soluții proprii pentru problemele fundamentale de viziune asupra lumii.

Deoarece valoarea cunoașterii era afirmată ca o forță culturală și ideologică autoritară, în conștiința publică s-a format o nouă atitudine față de activitatea de cercetare. Conștiința de sine a comunității științifice evoluează, opiniile oamenilor de știință asupra sensului și obiectivelor cunoașterii, semnificația ei socială și economică se schimbă. Acest lucru a fost exprimat în dezvoltarea științei și tehnologiei din secolul XVIII care au dat naștere revoluției industriale.

O etapă cheie în instituționalizarea sistemelor CDI este cea de-a doua jumătate a sec. XIX - începutul sec. XX. În primul rând, conștientizarea eficacității economice a cercetării științifice și tehnologiei este fundamental semnificativă în această perioadă. În al doilea rând, organizarea socială a activității științifice și tehnologice a fost facilitată de profesionalizarea acestei activități.

Dezvoltarea formelor instituționale de activitate științifică și tehnologică a implicat clarificarea condițiilor preliminare ale procesului de instituționalizare, dezvăluirea conținutului și rezultatelor acestuia.

Concomitent cu dezvoltarea și organizarea sistemului CDI, aceasta a devenit obiect al cercetării oamenilor de știință din diferite domenii (filozofie, sociologie, istorie, economie, matematică, fizică, informatică), *Știința despre Știință* (engl. Science of Science; rus.: Науковедение) sau *Scientica* devenind o direcție recunoscută de cercetare.

Bergstrom Fortunato et al. (2018) notează că *Știința despre Știință* se bazează pe o abordare transdisciplinară care folosește seturi mari de date pentru a studia mecanismele care stau la baza realizării științei – de la alegerea unei probleme de cercetare la traiectorii de carieră și progresul în cadrul unui domeniu.

Studii științifice de pionierat au fost realizate încă în sec. XVII când matematicianul francez René Descartes a început studierea productivității individuale a oamenilor de știință și a observat că cei care puțin câte puțin descoperă adevărul în știință pot fi comparați cu cei care începând să devină mai bogați, fac mai ușor achiziții mari, decât au făcut când erau săraci. Această observație a lui Descartes a anticipat legea dezvoltării accelerate a științei și interpretarea ei matematică modernă formulată mai târziu.

În sec. XIX au fost întreprinse primele încercări de a identifica legitățile dezvoltării științei. Primul savant care a inițiat studierea factorilor ce influențează dezvoltarea științei a fost naturalistul elvețian Alphonse Louis Pierre Pyramus de Candolle. În 1873 el a publicat lucrarea „Istoria științei și a oamenilor de știință timp de două secole” (fr.: *Histoire des sciences et des savants depuis deux siècles*).

În 1909 vede lumina zilei lucrarea chimistului german și laureatului Premiului Nobel Friedrich Wilhelm Ostwald „Oamenii mari” scrisă inițial în limba germană (*Grosse Männer*), iar în 1910 e tradusă și în limba rusă (*Великие люди*). În această lucrare Ostwald avansează în convingerea că o țară este capabilă de ași gestiona procesul de creștere și formare a potențialului științific uman (Оствальд, 1910).

Concomitent cu revoluția tehnico-științifică din sec. XX a crescut și importanța științei. Astfel, în 1935 apare lucrarea sociologilor polonezi Maria Ossowska și Stanisław Ossowski „Știința despre știință” (pol. *Nauka o nauce*), tradusă și publicată în limba engleză în 1964, în care autorii menționau: „Interesul față de știință ca domeniu al culturii umane este ceva nou. Parțial acesta derivă din cercetarea istorică, parțial este invocată de dezvoltarea sociologiei moderne și parțial de nevoile practice (problema încurajării și organizării științei). Cercetarea în acest domeniu

este mult mai tânără decât știința religiei, decât știința producției economice, decât știința artei” (Ossowska, Ossowski 1964, p. 73).

Fizicianul și sociologul englez John Desmond Bernal în lucrarea sa „*Funcția socială a științei*” (engl. *The Social Function of Science*), accentuează importanța științei pentru societate și identifică trei obiective ale cercetării științifice, care nu se exclud reciproc: divertismentul savantului și satisfacerea curiozității native a acestuia; descoperirea și obținerea cunoștințelor cu privire la lumea externă; aplicarea acestor cunoștințe în rezolvarea problemelor legate de bunăstarea omenirii (Bernal 1946).

În anii 30 ai sec. XX este formulată problematica științificii, iar în anii 40 ai sec. XX savanții au început cercetările empirice ale activității științifice. În calitate de ramură separată științifică s-a conturat în anii 60 ai sec. XX.

Prin urmare, *Scientica* sau *Știința despre știință* este un domeniu de cercetare interdisciplinar care studiază știința din perspectiva structurii, dinamicii, interacțiunii și comunicării cu diverse instituții sociale, vieții materiale și spirituale.

Organizarea sistemului CDI și creșterea necesității cercetărilor științifice, a numărului oamenilor de știință și a numărului de investigații științifice au condus la apariția unui volum mare de surse științifice de informare. La începutul sec. XX în lume se editau în jur de 1000 de reviste științifice. La rândul său, creșterea numărului de surse de informație științifică a provocat necesitatea analizei acestora și a rezultatelor cercetărilor. Dezvoltarea la mijlocul sec. XX a tehnologiilor informaționale și de comunicare a asigurat posibilitatea de stocare și analiză a unui volum mare de date legat de sursele de informație științifică. Creșterea considerabilă a volumului cercetărilor științifice și a volumului de date din cercetare ridică problema de asigurare eficientă a organizării și managementului activității de cercetare. În contextul acestor schimbări în sec. XX apar primele studii și analize cantitative privind dezvoltarea științei și tehnologiei.

În 1926 savantul american Alfred Lotka publică primul său studiu privind frecvența distribuției productivității științifice în chimie și fizică. Analizând aceste lucrări Lotka a observat o relație cantitativă între autori și producția lor științifică, dar și o distribuție asimetrică în care un număr considerabil de lucrări aparțineau unui număr mic de autori, numit de Lotka *nucleu de aur*, iar restul articolelor erau distribuite la un număr mare de autori (Lotka 1926, p. 322). Legea lui Lotka spune că numărul de autori care au n contribuții este egală cu $1/na$ al celor care au o singură contribuție, unde a este mereu egal cu 2, iar procentul tuturor autorilor care au o singură contribuție este de aproximativ 60% (Sobrinu 2008, p. 17). Această legătură este valabilă și astăzi, la aproape 100 de ani de la publicarea lucrării lui Lotka.

În 1934, după 8 ani de la apariția lucrării lui Lotka, este publicat studiul lui Samuel Bradford „*Surse de informație în domenii specifice*” (engl. *Sources of Information on specific subjects*) (Bradford 1934), în care autorul prezintă frecvența distribuției articolelor în funcție de sursă. Legea lui Bradford zice: „*Dacă periodicele științifice sunt aranjate descrescător după productivitate într-o anumită temă, atunci ele pot fi divizate în nuclee de periodice care sunt mai consacrate acelei teme și în multe grupuri sau zone care conțin același număr de articole ca și nucleul.* Altfel exprimat, dacă jurnalele dintr-un domeniu sunt sortate în trei grupuri, atunci numărul de jurnale din fiecare grup va fi proporțional cu $1 : n : n^2 \dots$ ” (Repanovici, Rogezea 2012, p. 250).

Între timp, filologul și lingvistul american George Zipf formulează legea „rang-frecvență”, prin care a fost formulată relația dintre frecvența de apariție a unui cuvânt în text și rangul ocupat de acel cuvânt în ordinea descrescătoare a frecvenței lui de apariție: $rf = C$, unde r este rangul unui cuvânt, f este frecvența apariției cuvântului și C este o constantă care depinde de textul analizat. Mai târziu Zipf generalizează această lege pentru aplicarea și în alte domenii (Zipf 1941). Această lege poate fi considerată drept o generalizare a legilor formulate de către Lotka și Bradford, și este utilizată atât în scientometrie cât și în alte domenii.

În 1955 în Philadelphia lingvistul american Eugene Garfield fondează *Institutul de Informație Științifică* (Institute for Scientific Information – ISI) și publică lucrarea „*Citation indexes for science*”, revăzută și republicată în revista *Science* în 1995 (Garfield 1995). În 1963 ISI introduce *Indicele de Citare Științifică* (engl. Science Citation Index - SCI) și propune formula de calculare a Factorului de Impact al unei reviste (Impact Factor - IF). În 1965 SCI include deja 1147 de reviste din 30 de țări ale lumii, iar în 1969 SCI publică primul clasament al revistelor, aranjate în ordinea descrescătoare a factorului de impact al revistei.

Lucrarea lui Derek Price „*Știința Mică, Știința Mare ... și dincolo de*” (engl. *Little Science, Big Science ... and beyond*) (Price 1963) a creat premise pentru aprecierea și evaluarea cercetării și rezultatelor acesteia. Price a analizat noul sistem de comunicare științifică și a prezentat prima abordare sistemică a structurii științei moderne aplicată științei în ansamblu. În același timp, el a pus bazele metodologiei de evaluare a cercetării. Conform Legii lui Price, jumătate din publicațiile dintr-un anumit domeniu provin din rădăcina pătrată a tuturor autorilor. Cu alte cuvinte, dacă 100 de lucrări sunt scrise de 25 de autori, cinci dintre aceștia sunt autori a 50 de lucrări (Price 1965, p. 512-514). Tot Price a ajuns la concluzia, că volumul de cunoștințe crește exponențial, iar numărul de reviste științifice se dublează la fiecare 10-15 ani (Price 1956).

Garfield și Price sunt considerați părinții scientometriei, chiar dacă însuși termenul de *Scientometrie* a fost introdus mai târziu.

În 1969, aproape simultan, sunt introduși termenii de *scientometrie* și *bibliometrie*.

Potrivit lui Artur Pritchard care a introdus termenul de *bibliometrie*, noțiunea ține de „aplicarea metodelor matematice și statistice pentru cărți și alte surse de comunicare” (Pritchard 1969, p. 348-349). După părerea lui Pritchard, bibliometria este în stare să arunce lumină asupra proceselor de comunicare scrisă, asupra naturii și mersului dezvoltării unei discipline, prin numărarea și analiza diferitor fațete ale comunicării scrise.

Termenul de *scientometrie* a fost introdus de savantul rus Vasili Nalimov. În cartea sa intitulată *Scientometria* (rus. *Наукометрия*) Nalimov prezintă analiza dinamicii numărului de publicații, a numărului de reviste, a numărului oamenilor de știință și a alocațiilor pentru știință. Nalimov a definit *scientometria* ca „aplicarea metodelor cantitative pentru analiza științei care este percepută ca proces informațional” (Налимов 1969, p. 9). Cercetările scientometrice ale lui Nalimov au fost inspirate de publicația lui Derek Price, însă el a mers mai departe și a dezvoltat propriile idei privind scientometria și dezvoltarea științei.

La sfârșitul anilor 70' ai sec. XX scientometria se conturează într-o direcție de cercetare separată. Astfel, în 1978 în Ungaria este fondată revista *Scientometrics* (ISSN 0138-9130), care în prezent este editată de Akadémiai Kiadó și Springer Science + Business Media. Potrivit explicației de pe coperta acestei reviste, „*Scientometria este preocupată de particularitățile și caracteristicile cantitative ale științei și cercetării științifice. Accentul se pune pe investigațiile în care dezvoltarea și mecanismele științei sunt studiate prin metode matematice statistice*” (<https://www.springer.com/journal/11192>).

Industrializarea și informatizarea cercetării științifice în a doua jumătate a secolului XX a condus la o revoluție în disponibilitatea seturilor de date care astăzi captează activitățile de bază în domeniul științei și tehnologiei. Această etapă în dezvoltarea scientometriei este caracterizată de lansarea sistemelor de servicii online de citare științifică.

Utilizarea indicatorilor scientometrici în managementul științei a devenit practică obișnuită, iar cercetătorii au obținut posibilitatea de a căuta și găsi publicații științifice în timp real. Rezultatul acestei etape este implementarea instrumentelor analitice bazate pe masive mari de date pentru analiza activității științifice, cum ar fi hărțile științei, WoS Analytics, SciVal, InCite ș.a. Bazele de date cu privire la publicațiile științifice pot conține cu ușurință date privind milioane de lucrări, autori, reviste, articole și citările lor. Spre exemplu în 2020 doar în baza de date Scopus erau indexate 22 mii de reviste și culegeri ale conferințelor științifice. În plus, au fost făcute publice și numeroase

seturi de date privind potențialul științific uman, finanțarea, premiile și brevetele științifice. Drept rezultat, cercetarea și inovarea a fost în mare măsură stimulată, iar rezultatele științifice au fost fructuoase. Indicatorii de evaluare a rezultatelor CDI sunt utilizați în prezent pe scară largă de către cercetători și manageri, iar tendințele empirice sunt frecvent menționate de factorii de decizie politică. După Leydesdorff și Milojevic accesul sporit la astfel de seturi mari de date prin Internet a creat o oportunitate fără precedent de a explora modelele de producție științifică și de recompensă pentru munca științifică folosind modele matematice și computaționale (Leydesdorff, Milojevic 2012, p. 325). De exemplu, multe metrice propuse, cum ar fi Indicele de Citare Științifică (Science Citation Index – SCI), indicele Hirsch (*h-index*) sau Factorul de Impact (Impact Factor – IF) sunt utilizate pentru evaluarea cercetătorilor, organizațiilor sau revistelor. Semnificația scientometriei constă în aplicațiile sale largi în procesul de angajare sau stimulare a personalului didactic și științific, procesul de promovare a locurilor de muncă și evaluarea propunerilor de proiecte științifice și a rezultatelor activității de cercetare, dezvoltare și inovare.

Relația dintre *Scientometrie*, *Bibliometrie* și *Informetrie* este obiectul mai multor discuții și studii, diferența dintre acestea fiind uneori confuză. Reieșind din analiza studiilor efectuate (Brookes 1990; Hood 2001; Repanovici, Rogoza 2012; Dutta 2014; Yang, Yuan 2017), ajungem la concluzia că aceste trei direcții de cercetare sunt strâns legate, însă există diferențe esențiale. Termenul de *Informetrie* este unul mai larg. Spre exemplu, informetria studiază aspectele cantitative ale informației în orice formă, nu doar lucrări publicate sau bibliografii și în orice comunitate socială, nu doar în comunitatea academică (Tague-Scutcliffe 1992). În același timp, scientometria și bibliometria se intersectează, utilizând metode și modele matematice și statistice similare pentru analiza lucrărilor științifice. Când e vorba de analiza literaturii academice acestea pot fi utilizate ca sinonime, însă bibliometria acoperă o gamă mai largă de comunicări scrise (nu doar cu referire la cercetare), iar scientometria acoperă un spectru mai larg de indicatori (nu doar cu referire la literatura științifică).

Progresul în domeniul tehnologiilor informaționale și de comunicare a dat naștere unor noi termeni. Astăzi pe lângă scientometrie, bibliometrie și informetrie în literatură pot fi întâlniți termenii de *cibermetrie*, *webometrie*, *altmetrie*.

Cibermetria este descrierea cantitativă a conținuturilor digitale și a activităților de comunicare care au loc în spațiul cibernetic (Aguillo, Granadion et al. 2006, p. 1297).

Potrivit lui Björneborn și Ingwersen (2004), webometria este studierea aspectelor cantitative privind utilizarea resurselor informaționale, a structurilor și tehnologiilor în spațiul web prin abordări bibliometrice și informetrice. Thelwall (2009) concretizează, că webometria adună

datele pe web și măsoară diferite aspecte ale web, și anume: site-uri web, pagini web, hiperlinkuri, rezultatele căutării pe web, rețelele de comentarii ale videourilor în YouTube, alte rețele de socializare – pentru diferite scopuri ale științei sociale. Dar din perspectiva evaluării bibliotecilor digitale metoda principală rămâne a fi analiza linkurilor.

Altmetrie (de la metrica alternativă) indică cât de departe și cât de larg a fost răspândit conținutul unei lucrări pe web, în ce măsură a fost acordată atenție unui aspect al cercetării, dar nu indică dacă această „atenție” este una pozitivă sau negativă. Indicatorii altmetrici ai unei lucrări științifice pot fi găsiți pe rețelele de socializare, pe bloguri, în biblioteci care sunt preocupate de managementul referințelor ș.a. Altmetrie completează metodele bibliometrice, dar nu o înlocuiește (Ursachi 2014). Printre indicatorii altscientometrici vom menționa numărul de vizualizări ale unui conținut științific, numărul de descărcări ale acestuia, numărul de postări pe bloguri ș.a.

Legăturile dintre aceste metrice sunt prezentate în Fig. 1.1.

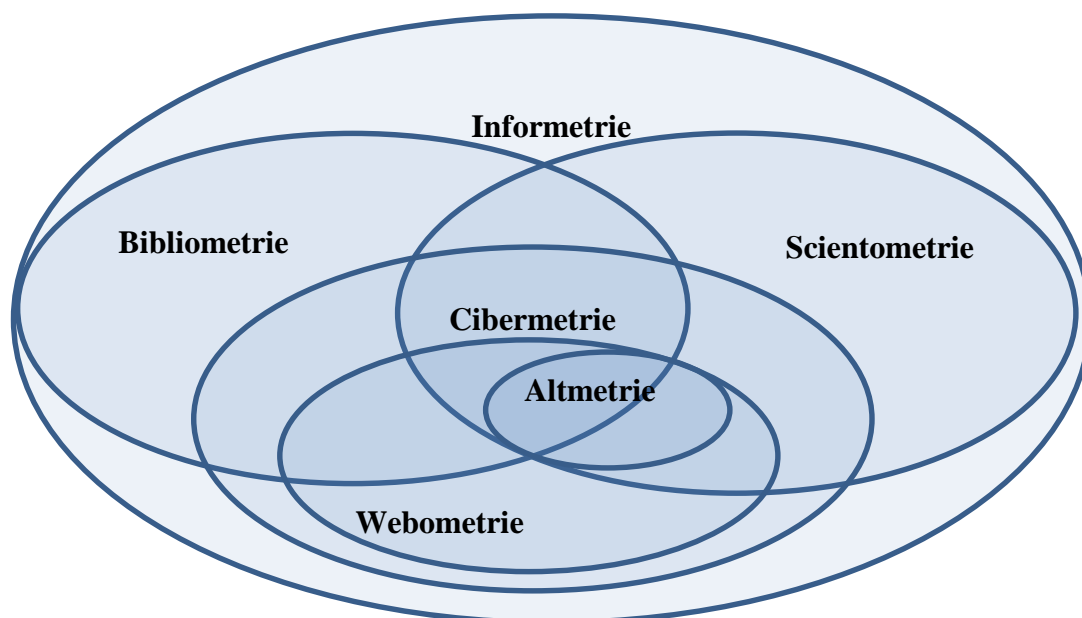


Fig. 1.1. Legăturile metricilor utilizate pentru analiza și monitorizarea activității de cercetare, dezvoltare și inovare

Sursa: Hausteiu 2015

Cu toate că metodele cantitative sunt utilizate tot mai larg pentru evaluarea cercetării și inovării, recenzarea sau expertizarea calității rezultatelor în niciun caz nu trebuie exclusă. Fără îndoială, talentul și perseverența sunt rezultatul publicării unui număr mare de lucrări sau brevete. Chiar dacă între numărul de lucrări publicate și calitatea acestora stabilită în baza recenzării există corelație pozitivă, indicii de calitate nicidecum nu pot fi și nu trebuie înlocuiți cu indicii cantitativi. Atât indicatorii bibliometrici, cât și calitatea publicațiilor reflectă caracterul multilateral al unor astfel de concepte cum sunt productivitatea, valoarea unui rezultat și altele.

În același timp, cercetarea volumului mare de publicații este necesară pentru înțelegerea unor aspecte privind activitatea de cercetare științifică nu doar în plan cantitativ, dar și în plan sistemic și structural. Cu atât mai mult că potențialul creativ al cercetătorului este actualizat prin intermediul unui număr mare de publicații apărute anterior. Din această cauză cercetarea statistică și structurală a publicațiilor este nu doar importantă și constructivă, dar prezintă și un interes practic.

O serie de studii științifice și în special scientometrice au fost realizate și în Republica Moldova. Deși, autorii acestor publicații deseori sunt specialiști de bază în alte domenii, preocupările profesionale din cadrul funcțiilor ocupate și/sau interesul mare față de problemele organizării și dezvoltării sistemului de cercetare, dezvoltare și inovare au avut drept rezultat publicarea unui număr considerabil de lucrări. Astfel, studii scientometrice au publicat Alexeeva Svetlana (2010, 2011, 2012), Balmuș Victor (2011, 2012, 2015), Canțer Valeriu (2009, 2010, 2012, 2013, 2016), Cojocaru Igor (2013, 2017, 2020), Cuciureanu Gheorghe (2007, 2009, 2010, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019), Dicusar Alexandr (Дикусар 1999, 2005, 2015, 2017, Dicusar 2015, 2017), Holban Ion (2010, 2013, 2015, 2017, 2018), Minciună Vitalie (2009, 2012, 2013, 2016, 2017, 2018, 2019), Pișcenco Marina (2007, Пищенко 2011, 2012), Rotaru Anatol (2008, 2009, 2010, 2011, 2012), Șușu-Țurcan Aurelia (Țurcan 2007, Șușu-Țurcan 2009, 2011, 2012), Țurcan Nelly (2010, 2012, 2018, 2019) ș.a.

În baza cercetărilor realizate în Republica Moldova au fost susținute 7 teze care într-un fel sau altul au abordat problema sistemului de cercetare, dezvoltare și inovare din Republica Moldova – trei de doctor habilitat (Victor Balmuș - *Administrarea și autoadministrarea sferei științei și inovării în Republica Moldova*, Gheorghe Cuciureanu - *Perfecționarea managementului sistemului național de cercetare-dezvoltare în contextul proceselor de globalizare*, Nelly Țurcan - *Comunicarea științifică în contextul accesului deschis la informație*) și patru de doctor (Petru Bargan – *Managementul inovațional în funcționarea asociațiilor științifice de producere din Republica Moldova*, Igor Cojocaru – *Suportul informațional al evaluării cercetărilor științifice în Republica Moldova*, Marina Pișcenco – *Evaluarea și acreditarea organizațiilor științifice: aspecte sinergetice*, Ecaterina Negru – *Impactul capitalului științific asupra dezvoltării socioeconomice și competitivității economice internaționale*).

În concluzie, sistemul de cercetare, dezvoltare și inovare este o formă particulară organizată de producție spirituală și o instituție socială specifică cu propriile sale forme de organizare, fenomen social și istoric complex care include și un sistem complex de cunoaștere.

Deși știința despre știință este în prezent considerată o direcție interdisciplinară și nu este un domeniu sau direcție de cercetare distinctă, nevoia de studii în domeniu rămâne a fi importantă

și necesită implicarea specialiștilor din diferite domenii conexe. Mai mult chiar, reforma implementată în ultimii ani în Republica Moldova în sistemul de cercetare, dezvoltare și inovare și transformarea sistemului, în contextul globalizării, într-un sistem din ce în ce mai complex, pune în fața decidenților probleme noi care nu existau în trecut. Identificarea de soluții argumentate și viabile în politica sistemului de cercetare, dezvoltare și inovare și de acțiuni organizatorice eficiente poate avea loc numai dacă se bazează pe studii profunde ale sistemului, utilizând discipline și metode științifice.

1.2. Abordări teoretico-metodologice privind autoorganizarea sistemului complex de cercetare, dezvoltare și inovare

Transformările tehnologice ale societății au dat naștere unor legături și fenomene noi care sunt greu de descris prin abordări tradiționale ale științelor exacte. Aceste fenomene au fost numite *sisteme complexe*, iar domeniul care studiază aceste sisteme - *Știința complexității* sau *Teoria complexității*. Un număr foarte mare de sisteme din lumea reală sunt acceptate ca fiind sisteme complexe: corpul uman, sistemul imunitar, piața financiară, organizațiile sociale, sistemul de circulație rutieră, climatul, dinamica unei populații, organizarea afacerilor și multe altele.

„*Sistem complex* este o entitate compozită, părțile căreia pot fi considerate drept sisteme conectate logic într-un întreg în conformitate cu anumite principii și interconectate în baza anumitor relații. Un sistem complex poate fi dezmembrat într-un număr finit de părți numite subsisteme; fiecare din aceste subsisteme poate fi dezmembrat în subsisteme mai mici ș.a.m.d. până la subsistemele de prim nivel, așa-numitele elemente ale sistemului complex, care obiectiv nu pot fi dezmembrate, sau, care conform unei înțelegeri, nu trebuie dezmembrate” (Бусленко 1978, p. 216). Într-un sistem complex fiecare subsistem este, pe de o parte, însuși sistem complex compus din elemente, iar pe de altă parte, este element al sistemului de nivel superior. Elementele sistemului prin interacțiunea reciprocă produc fenomene netriviiale care nu pot fi explicate prin analiza fiecărui element în parte (Newman 2011, p. 804).

Oamenii de știință în domeniu au identificat trăsăturile ce caracterizează un sistem complex: numărul mare de elemente; nelinearitatea; reacția inversă (feedbackul); ordinea spontană (autoorganizarea); robustețea și lipsa controlului central; emergența; organizarea ierarhică. Aceste proprietăți nu sunt strict necesare pentru ca un sistem să fie calificat ca un sistem complex și nici suficiente, dar sunt caracteristici cheie care diferențiază sistemele complexe de alte sisteme simple (Barabasi, Reca 1999; Arshinov, Fuchs 2003; Ladyman, Lambert et al. 2013).

Cu referire la sistemul CDI, din punct de vedere instituțional, acesta este compus din instituții administrative, organizații sau organisme finanțatoare, organizații, întreprinderi, centre,

laboratoare ce realizează activități de cercetare, dezvoltare și inovare, instituții sau/și subdiviziuni de deservire ș.a. Aceste structuri nu întotdeauna pot fi aranjate ierarhic, însă este cert că laboratoarele și centrele de cercetare se află la nivel inferior celui a instituțiilor administrative sau organismelor finanțatoare. În acest sistem elementul de prim nivel care nu poate fi dezmembrat este omul.

În fiecare moment al timpului elementul unui sistem complex, inclusiv sistemului CDI, se află în una din stările posibile. Acesta își schimbă starea sub influența factorilor externi sau/și interni. Dinamica comportamentului unui element al sistemului complex se manifestă prin starea elementului și semnalele de ieșire ale acestuia în fiecare moment al timpului, și este determinat de stările precedente și semnalele de intrare recepționate. Mediul exterior este perceput ca totalitatea entităților care nu fac parte din sistemul complex, dar interacțiunea cu acesta fiind luată în calcul la studierea lui. Elementele unui sistem complex funcționează neizolat și interacționează: proprietățile unui element în caz general depind de condițiile determinate de comportamentul altor elemente; proprietățile întregului sistem complex sunt determinate atât de proprietățile elementelor, cât și de caracterul interacțiunii între elemente.

O particularitate fundamentală atât pentru sistemele complexe, cât și pentru părțile componente ale acestora (în sensul structurii), este capacitatea de *autoorganizare*. Potrivit ciberneticianului belgian Heylighen (2009, p. 1218), *autoorganizarea* poate fi definită drept emergență spontană a structurii globale, care apare din interacțiunile locale (mediul intern). Sub cuvântul „spontan” se are în vedere că nicio parte componentă internă sau externă nu poate controla procesul care este cu adevărat colectiv, paralel și distribuit între toate elementele sistemului. Grație acestei proprietăți organizarea sistemului este foarte robustă și rezistentă la distrugere și perturbări. Pentru că interacțiunile dintre agenții sistemului (părțile componente) sunt non-liniare, evoluția sistemului este imprevizibilă și nu poate fi controlată. Interacțiunea agenților și *autoorganizarea* lor la nivel local produc coordonare globală și sinergie.

Direcția științifică nouă, în cadrul căreia sunt studiate procesele de *autoorganizare* a sistemelor complexe este numită *sinergetică*.

Sinergetica (de la gr. „*synergeia*” ceea ce înseamnă „acționează împreună”) este o direcție de cercetare interdisciplinară relativ nouă, apărută în anii 70 ai sec. XX în urma necesității stringente de sinteză a științei contemporane, de restabilire a concepției unitare despre lume, de găsire a analogiilor între diverse procese, fenomene și sisteme, de găsire a izomorfismelor și legităților din diferite domenii ale cunoașterii.

Fondatorul *sinergeticii* este considerat savantul german Hermann Haken. El a observat că fenomenele de cooperare și autoorganizare se întâlnesc în sisteme de diferită natură: instabilități

hidrodinamice, reacții chimice autocatalitice, dinamica populației, formarea macromoleculor și cicloanelor în atmosferă. În plus, odată cu apariția în diferite sisteme a anumitor structuri, toate aceste sisteme au un comportament similar (Хакен 1980). Haken scrie: „Am numit noua disciplină „*sinergetică*” nu doar pentru că are ca obiect de studiu activitatea comună a multor elemente ale sistemelor, dar și pentru faptul că pentru determinarea principiilor generale ale autoorganizării, este necesară cooperarea multor domenii de cercetare” (Haken 1977, p. 70).

Paralel și independent de școala lui Haken de studiere a proceselor de autoorganizare în sistemele complexe se ocupă școala belgiană a lui Ilya Prigogine, profesor al Universității din Bruxelles, laureat al Premiului Nobel. Școala lui Prigogine dezvoltă teoria generală a termodinamicii departe de echilibru, în baza căreia au fost făcute generalizări filosofice revoluționare despre autoorganizarea în natură ca o proprietate fundamentală a materiei. Structurile apărute ca rezultat al procesului de autoorganizare au fost numite *structuri disipative* (Prigogine, Nicolis 1977, p. 55).

Fiind o știință despre procesele de dezvoltare și autoorganizare a *sistemelor complexe*, *sinergetica* și-a format atât limbajul specific, cât și aparatul matematic inconfundabil. Aceasta din urmă conține: teoria sistemelor complexe, teoria jocurilor; teoria sistemelor dinamice neliniare; teoria comportamentului colectiv; teoria rețelelor; teoria haosului dinamic; teoria catastrofelor; teoria fractalilor ș.a., ce denotă principiul de complementaritate a metodelor și teoriilor matematice în descrierea fenomenelor de autoorganizare a sistemelor complexe (Fig. 1.2).

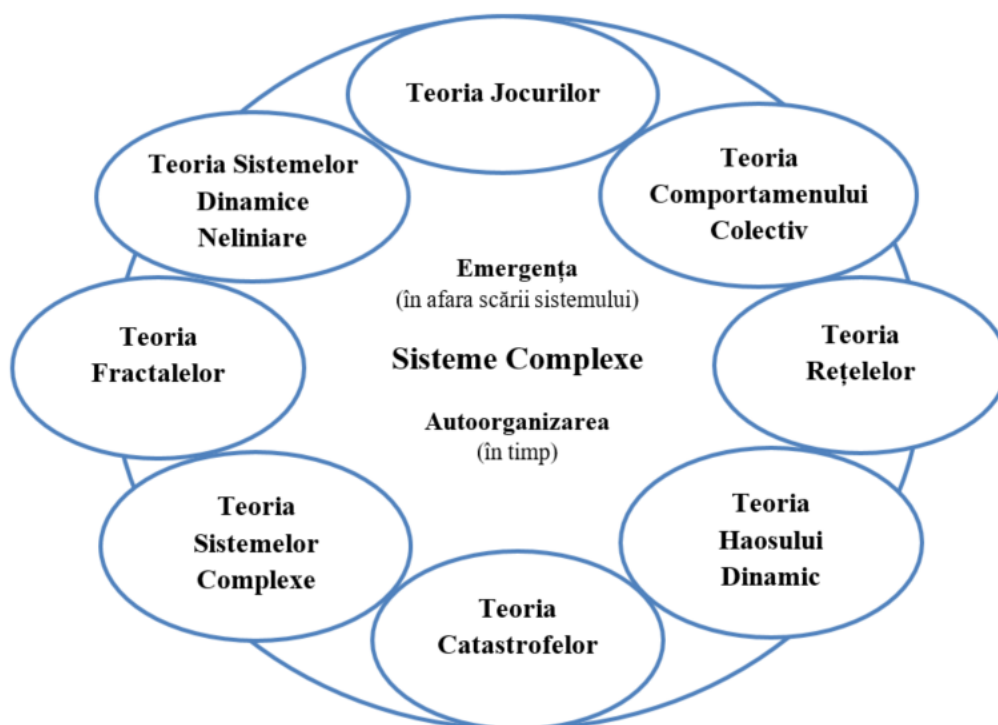


Fig. 1.2. Componentele Sinergeticii
 Sursa: Dezvoltat de autor în baza (Hiroki 2010)

Pentru ca sistemul să devină autoorganizat acesta trebuie să fie *deschis și neliniar*.

Starea *deschisă* a sistemului este menținută de schimbul de materie, energie, informație cu mediul exterior. Schimbul continuu de materie, energie și informație este condiție necesară pentru existența stărilor instabile și departe de echilibru, spre deosebire de sistemele închise care tind spre stare stabilă și echilibrată. Sistemele deschise sunt ireversibile, în care factor important este timpul.

Neliniaritatea este o reacție neobișnuită, emergentă a sistemelor la acțiunile externe, când o acțiune corect organizată exercită o influență mai mare asupra evoluției sistemului, decât o acțiune mai puternică, dar neadecvat prezentată în conformitate cu propriile tendințe de dezvoltare.

Prigogine cu colegii săi (Prigogine, Stengers 1984), iar ulterior și alți savanți (Bushev 1994; Knyazeva, Kurdyumov 2011; Мосионжник 2016) au cercetat procesele haotice. Cele mai cunoscute sunt reacția Belousov-Jabotinsky și „ceasul chimic” (reacția Briggs-Rauscher). Rezultatele au fost uimitoare. S-a depistat că *haosul* este neorganizat doar pentru un observator naiv. Această descoperire stă la baza sinergeticii: *haosul poate genera ordine*. Cu alte cuvinte, orice mediu (chimic, social sau economic) este capabil de a se autoorganiza, creând o structură naturală. Această proprietate ține de structurile instabile și departe de echilibru, când puterile care acționează din exterior se neutralizează reciproc (Rotaru, Cujba et al. 2011, p. 124).

Haosul apare ca rezultat al fragilității sau instabilității unui sistem complex (Мосионжник 2016, p. 301). Prin urmare, cu cât sistemul este mai complex, cu atât acesta este mai instabil. Acțiunea de control sau dirijare, scopul căreia este îmbunătățirea și perfecționarea organizării sistemului, poate distruge acest sistem. Altfel spus, „sistemele complexe balansează pe marginea haosului” (Капица, Курдюмов et al. 2003, p. 75). Sistemul intră în stare de haos atunci, când variabilele sistemului sunt strâns legate, urmează diferite modele de comportament și sistemul este compus dintr-un număr mare de forțe contracarate (Dooley 1997, p. 81). În haos permanent persistă perturbații microscopice, care au fost numite *fluctuații (mici)*.

Fluctuațiile joacă un rol special în sistemele sinergetice. *Fluctuația* este o abatere mică, întâmplătoare și temporară față de o anumită stare. Din punct de vedere al statisticii, fluctuația este schimbarea bruscă de la valoarea medie statistică a unei mărimi. Vom menționa, că pentru stările de echilibru sau aproape de echilibru fluctuațiile sunt neesențiale și slab pronunțate. În sistemele sinergetice în condițiile când acestea se află departe de echilibru rolul fluctuațiilor devine decisiv.

O fluctuație microscopică poate iniția evoluția într-o direcție neașteptată și schimba considerabil comportamentul sistemului macroscopic, fenomen cunoscut sub numele *efectul fluturelui* (Prigogine, Stengers 1984, p. 237). Fluctuațiile provoacă în sistem stări în care instabilitatea atinge limita și sistemul nu mai poate menține starea curentă. Această stare este numită stare de *bifurcare*.

În multe domenii ale cunoașterii (biologie, geografie, pedagogie) termenul *bifurcare* înseamnă divizare. În dinamica neliniară termenul *bifurcare* are un înțeles diferit: schimbarea mică a parametrilor poate duce la schimbarea calitativă a stării întregului sistem. Punctul în care are loc bifurcarea, se numește *punct de bifurcație*. În punctul de bifurcație este posibilă trecerea sistemului în stare de haos sau în stare de ordine.

Faza bifurcațională de dezvoltare a sistemului sinergetic se caracterizează prin dispariția stării sau calității anterioare. În punctele de bifurcație apare o întreagă hartă a posibilităților de dezvoltare a sistemului, se deschid căi potențiale noi, stări cu proprietăți distincte de cele precedente. Sistemul sinergetic „alege” o cale sau alta de dezvoltare sub acțiunea fluctuațiilor, fiind foarte sensibil în raport cu ele (Prigogine, Stengers 1984, p. 218).

Prin urmare, în punctele de bifurcație există o alternativă de dezvoltare a sistemului sinergetic. Aceasta conduce la faptul că dezvoltarea sistemelor complexe neliniare în principiu nu poate fi planificată datorită faptului că starea anterioară este modificată ireversibil.

Prezentarea grafică a caracteristicilor unui sistem complex este arătată în Fig. 1.3.

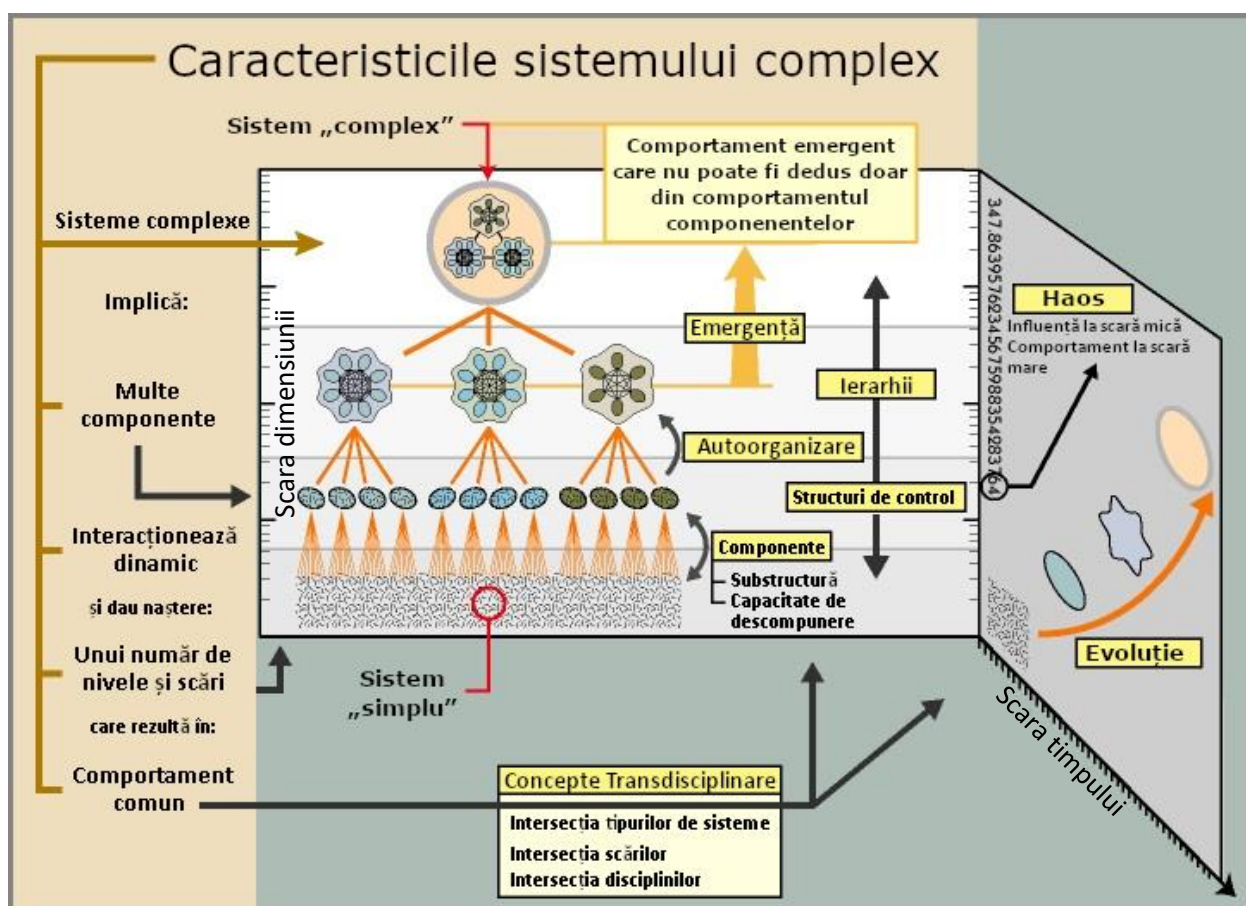


Fig. 1.3. Caracteristicile sistemului complex

Sursa: www.necsi.edu/visual/systems.html. Tradus de autor

Dezvoltând ideile prezentate mai sus, concludem, că *sinergetica* studiază fenomenele și procesele, în urma cărora sistemele complexe deschise, neliniare, aflate în stare instabilă și departe

de echilibru, se pot autoorganiza și dețin calități, pe care nu le deține niciun element sau chiar toate elementele împreună – proprietatea emergentă a sistemelor complexe. Vom menționa că sistemele închise (sisteme care nu fac schimb de materie, energie, informație cu mediul) reprezintă obiect de studiu al termodinamicii clasice, în care noțiunea cheie aparține entropiei (caracteristică a sistemelor închise, care se află într-un echilibru termic).

Prin urmare, *sinergetica* este un domeniu interdisciplinar care studiază acțiunea în comun a elementelor sistemelor complexe de diversă natură, ce conduc la autoorganizarea acestora.

Pentru că sistemul CDI reprezintă și o configurație complexă a multor oameni legați între ei instituțional, tematic, cultural prin modele de relații care se suprapun, acesta este și sistem complex social.

Un sistem complex social include capitalul uman, obiective și sarcini specifice, funcții determinate, comunicarea între oameni și organizarea activității acestora. Sistemul complex social CDI mai include și alte elemente indispensabile: diseminarea cunoștințelor și elaborarea formelor de control, expertiza și evaluarea CDI, reglementarea activităților științifice și tehnologice în baza unor legi, reguli și sancțiuni.

Sawyer (2005, p. 26) a identificat trei caracteristici de unicat pe care le dețin sistemele complexe sociale și care sunt aplicabile inclusiv sistemelor CDI:

1. Sistemele sociale sunt mai deschise în comparație cu alte sisteme complexe.
2. În sistemele complexe sociale interconectările dintre componentele sistemului nu sunt întotdeauna fizic vizibile. În sistemele naturale acestea sunt vizibile întotdeauna. Interacțiunea între indivizi este mai complexă decât transferul sinaptic sau schimbul de informații în alte sisteme complexe.
3. În sistemele sociale, spre deosebire de toate celelalte sisteme complexe, componentele (indivizii) dețin reprezentări ale macromodelor emergente. Neuronii nu pot interpreta, înțelege sensul sau intenția, indivizii – da. Cu alte cuvinte, în sistemele sociale complexe emergența este rezultat al comunicării specifice a agenților (indivizilor).

Pentru că sistemele complexe sociale sunt structuri cu *multe lanțuri de ordin mare și bucle de feedback neliniare*, acestora le sunt caracteristice reacții imprevizibile de feedback. Anume această caracteristică este cauza nereușitei și a eșecurilor în încercările de îmbunătățire bruscă și radicală a comportamentului unui sistem complex social, inclusiv al sistemelor CDI.

În sistemele sociale bucla de feedback indică situația din sistem pentru orice moment în care se ia o decizie. Decizia determină ordinea acțiunilor care schimbă starea mediului extern al sistemului și provoacă apariția unui nou flux de informație, pe care se bazează o nouă decizie. O

astfel de structură de lanț este caracteristică tuturor deciziilor, fie luate în grup sau individual, conștient sau inconștient.

Un rol important în sistemul complex CDI îi revine noțiunii de „informație”, și nu întâmplător, pentru că dezvoltarea științei presupune apariția unor noi cunoștințe și de o calitate nouă. „În calitate de fenomen știința poate fi privită ca proces de obținere a informației noi. Acest proces poartă un caracter consecutiv și colectiv: orice lucrare științifică este bazată pe un anumit număr de idei publicate anterior. Lucrările noi apar ca rezultat al dezvoltării sau reconștientizării lucrărilor precedente” (Налимов 1969, p. 121).

O condiție importantă de generare a informației în sistemele complexe este caracterul deschis al sistemului. În sistemele închise, conform legii termodinamicii, structurile se destramă (la nivel microscopic). Din acest motiv informația nu poate să ia naștere și să fie păstrată în sistemele închise, pentru că sistemele închise sunt caracterizate prin starea de echilibru termic.

În contextul complexității sistemului CDI prin prisma informației, s-a observat, că „Fluxurile de informații științifice și tehnice cresc, interacțiunea și interconectarea acestora se consolidează. Se constată o reacție particulară în lanț, ceea ce duce la faptul că aproape fiecare descoperire nouă într-o industrie determină schimbări considerabile în altele. Știința se transformă într-un sistem integrat din ce în ce mai complex, al cărui management aduce probleme fundamentale noi, care nu existau în trecut” (Аллахвердян & Агамова 2008, p. 176). În sistemul complex informațional limitele nu pot fi stabilite, natura schimbului de informații este mult mai complexă, iar efectul emergent al sistemului este nu doar apariția informației noi, dar și autoorganizarea atât a sistemului, cât și a informației.

Concluzem că sistemul de cercetare, dezvoltare și inovare este sistem complex social instituționalizat care include instituții, capital uman, sistem de cunoștințe, obiective și sarcini specifice cognitive, funcții determinate, cultură organizațională și comunicare între cercetători, organizarea activității științifice și tehnologice, diseminarea cunoștințelor și elaborarea formelor de control, expertiza și evaluarea cercetării, reglementarea activităților în baza unor legi, reguli și sancțiuni. Acesta posedă următoarele caracteristici:

- 1) Este autoorganizator din două perspective: cercetătorii deseori se autoorganizează în grupe de cercetare nonformale pentru rezolvarea unor probleme sau expunerea unor idei comune (colaborare, coautorat); cunoștințele noi apar și se autoorganizează în procesul activităților științifice și tehnologice;
- 2) Este alogic. Adică comportamentul sistemului contrazice închipuirilor noastre intuitive sau așteptărilor noastre. Situația poate să se înrăutățească atunci când este așteptată îmbunătățirea acesteia;

- 3) Este surprinzător de insensibil la schimbările multor parametri ai sistemului, rezistent la inovațiile administrative;
- 4) Conține puncte (agenți, atractori) de influență în locuri neașteptate care sunt sursă de putere posibile să schimbe balanța în sistem;
- 5) Contracarează și compensează forțele externe prin reducerea ratei de acțiune care se generează în interiorul sistemului;
- 6) Reacționează „întârziat” (pe termen lung) la orice inovație administrativă care presupune o reacție imediată (pe termen scurt).

1.3. Concepții privind managementul și modelarea sistemului de cercetare, dezvoltare, și inovare

Cea mai importantă activitate a procesului de management este luarea deciziilor. Toate celelalte activități sunt desfășurate pentru asigurarea luării de decizii corecte sau, dacă decizia a fost deja adoptată, pentru implementarea și monitorizarea eficienței acesteia.

În funcție de gradul de certitudine al posibilelor rezultate sau consecințe cu care se confruntă managerul în procesul de luare a deciziei, sunt aplicate trei tipuri de metode:

- Luarea deciziei în condiții de certitudine (modelul clasic);
- Luarea deciziei în condiții de risc;
- Luarea deciziei în condiții de incertitudine.

Modelul clasic de luare a deciziei este aplicabil în acele cazuri în care datele inițiale pentru calcule sunt clar specificate (definite sau măsurabile), iar calculele în sine pot fi efectuate în mod eficient folosind metodele matematicii clasice (găsirea soluției exacte) sau analiza numerică (aplicarea metodelor aproximative cu o precizie prestabilită).

Alegerea unei decizii în condiții de risc (incertitudine parțială) se aplică dacă fiecare acțiune duce la unul dintre mulțimea de rezultate posibile și fiecare rezultat are o probabilitate de apariție calculată sau estimată de decident sau expert. Se presupune că factorul de decizie este conștient de aceste probabilități sau acestea pot fi determinate prin estimări ale experților.

Luarea deciziei în condiții de incertitudine are loc când o acțiune sau mai multe acțiuni au drept consecință mai multe rezultate posibile, dar probabilitățile lor depind de starea mediului. Cu alte cuvinte, incertitudinea se referă la situații în care evenimentele nu pot fi exprimate în termenii unor probabilități matematice precise (Mândru, Begu 2009, p. 78).

Pentru că sistemele de cercetare, dezvoltare și inovare sunt sisteme complexe, de cele mai dese ori decidentul nu deține destule informații sau cunoștințe complete despre starea sistemului (mediului). În acest caz se aplică metoda de fundamentare a deciziilor în condiții de incertitudine.

Luarea deciziei în condiții de incertitudine întotdeauna este subiectivă, chiar dacă în aceste condiții sunt aplicate unele metode matematice care pot elucida situația și oferi un sfat argumentat decidentului. Spre exemplu, în condiții de incertitudine managerul sau expertul poate aplica Criteriul Wald, Criteriul Savage sau Criteriul Hurwicz, care cu o probabilitate destul de mare vor recomanda strategii diferite. În astfel de cazuri decidentul va alege strategia reieșind din experiența și cunoștințele personale (Gaidric 2017, p. 56-58). Altfel spus, se va baza pe o prezicere.

Capacitatea de prezicere a devenit parte integră a practicii manageriale. Uneori această capacitate este numită prognoză, presupunere, estimare sau perspectivă. Indiferent de cum o vom numi, deciziile manageriale, fie pe termen scurt sau lung, nu pot fi luate în lipsa acesteia. Orice decizie de investiție în afacere necesită prognozarea unor parametri cheie, cum ar fi ratele dobânzii sau/și cererea. Orice cheltuială pentru cercetare, dezvoltare și inovare necesită o estimare a nevoilor viitoare.

Gama de metode predictive calitative și cantitative este vastă. Care dintre metode este mai bună rămâne o întrebare deschisă, din moment ce omul vede care predicție a fost mai precisă doar post-factum. Astfel, întrebarea ce metodă de prezicere trebuie utilizată este mai mult una ideologică decât una științifică. Vom menționa că oricare metodă de prezicere ar fi utilizată, primul pas în elaborarea schemei de management și control al sistemelor complexe, inclusiv a celor sociale, constă în analiza și modelarea acestora.

Modelarea sistemelor complexe este o teorie care descrie structura și interacțiunile din sistem. Însuși faptul modelării procesului nu vorbește despre un model corect. Modelul este doar o reprezentare a realității cu ajutorul căruia putem înțelege și analiza fenomenul, procesul, sistemul studiat. La bazele structurii unui model pot fi puse principiile comportamentului dinamic al sistemului cu bucla de feedback sau modelul poate fi o simplă descriere a fragmentelor, proceselor sistemului fără descrierea structurii acestuia.

Totodată, oricare ar fi modelul selectat al sistemului complex, să nu uităm că orice model reflectă diferite aspecte ale esenței sistemului. Reamintim că, potrivit teoremei lui Turing, crearea unui model care ar descrie toate proprietățile sistemului este imposibilă. Un astfel de model ar fi mai complex decât sistemul în sine.

Astfel, la descrierea unui sistem complex se încearcă modelarea doar a unei părți a sistemului sau unui set limitat de aspecte care caracterizează comportamentul sistemului. În acest caz există riscul de omitere a părților sau aspectelor importante sau chiar cruciale. Pentru a rezolva conflictul dintre necesitatea de simplificare și precizia acceptată, sistemul complex poate fi reprezentat printr-o familie de modele. Aceste modele reflectă comportamentul sistemului din diferite perspective și sunt numite *nivele de descriere* sau *nivele de influență* (Filip, Leiviskä 2009, p. 622).

Problema principală a sistemelor complexe constă în dificultățile care apar la modelarea formală și simularea comportamentului sistemului.

Procesul de obținere a cunoștințelor despre un sistem (obiect) presupune în primul rând observarea funcționării lui în uram căreia se acumulează informația necesară. După care urmează analiza, evidențierea esențialului din această informație, descriere abstractă, generalizarea și elaborarea modelului sistemului, în baza căruia sunt făcute concluziile (Gaidric 2017, p. 63).

Există mai multe clasificări ale modelelor și metodelor de modelare a sistemelor complexe.

Potrivit lui Piotr Belov (Белов 2014, p. 133) după scopul realizării modelului unui sistem complex există metode descriptive, normative sau situaționale. În funcție de natura și particularitățile descrierii formale metodele de modelare pot fi *materiale* și *imaginare* (Fig. 1.4).

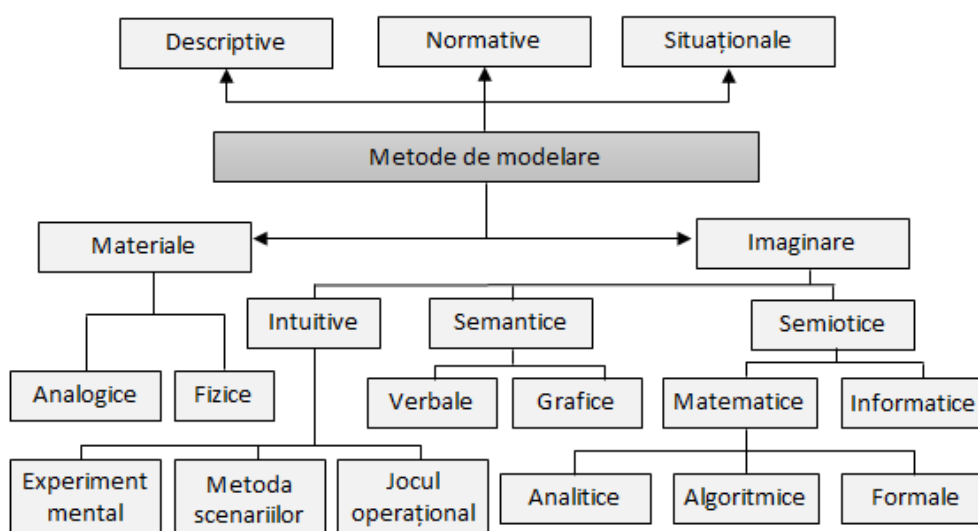


Fig. 1.4. Clasificarea modelelor și metodelor de modelare a sistemelor complexe după Belov
Sursa: (Белов 2014), tradus de autor

Modelarea descriptivă este, de regulă, legată de descrierea cu cuvinte, desene sau simboluri a proprietăților sistemului modelat și legiților care schimbă parametrii sistemului.

Spre deosebire de modelarea descriptivă, *modelarea normativă* caută răspuns la întrebarea cum ar trebui să fie sistemul și comportamentul acestuia.

Modelarea situațională este menită identificării problemei sau factorilor care au cauzat problema și eliminării acestora. Modelul care ar simula problema trebuie să țină cont de toate relațiile, interacțiunile care generează problema. Deseori modelarea situațională este aplicată în procesul de reinginerie a proceselor de afaceri (business process reengineering). Numai dacă procesele „problematic” ale sistemului vor fi conștientizate, putem încerca să reorganizăm sistemul în așa fel, încât direcția proceselor interne să se schimbe. Drept rezultat al modelării situaționale trebuie să obținem unul sau mai multe modele alternative, care ar rezolva problema (Cujba 2013, p. 323).

Modelele materiale, care includ modelele fizice și analogice sunt mai evidente și mai ușor de înțeles. *Modelele fizice* simulează fenomenele, iar *modelele analogice* – procesele. Metodele de modelare fizică sunt mai des folosite în aeronautică, industria automobilelor etc. La baza simulării analogice stă coincidența descrierii matematice cum ar fi fluctuațiile mecanice și electrice, hidro- și aerodinamice ale corpurilor solide, transferul de căldură și difuzia impurităților în aceste medii. Principalul avantaj al utilizării modelelor analogice constă în faptul că modelarea proceselor poate fi efectuată în condiții mai favorabile pentru cercetător.

Prin *modelarea intuitivă* înțelegem o astfel de reprezentare a sistemului, care nu este justificată din punct de vedere al logicii formale, care nu poate fi formalizată sau nu are nevoie de aceasta. Modelarea intuitivă se efectuează în forma unor experimente mentale, scenarii și situații de joc în scopul evaluării și pre-ajustării pentru viitoarele acțiuni.

Spre deosebire de modelarea intuitivă, *modelarea semantică* este justificată logic cu ajutorul ipotezelor. În această grupă se includ *modelarea verbală* și *modelarea grafică*. Modelarea verbală reprezintă un set de afirmații în limba naturală, iar modelarea grafică, care include modelarea conceptuală, utilizează diferite purtătoare de informație, pe care sunt desenate diagrame cauze-efect, diagrame structural-funcționale și alte figuri.

Modelarea semiotică este cea mai cunoscută prin *modelarea matematică*. *Modelele analitice*, precum și *modelele algoritmice* sunt cele mai formalizate, pentru că utilizează diferite caractere cum ar fi literele, simbolurile matematice, cifrele. Principalul avantaj al modelării analitice constă în posibilitatea obținerii unei expresii matematice specifice folosind un număr de operații aritmetice și tranziții la limita numerelor naturale. Cazurile particulare ale modelelor analitice sunt toate expresiile algebrice corecte, precum și o parte a unei expresii care are un număr limitat de parametri și este folosită pentru a obține rezultate aproximative.

În comparație cu modelele analitice, modelele algoritmice pot lua în considerare aproape orice număr de factori mai importanți și, prin urmare, pot fi utilizați pentru a modela cele mai complexe sisteme. Cu toate acestea, în majoritatea cazurilor, modelele algoritmice permit obținerea unor rezultate aproximative folosind metoda de simulare numerică.

Modelele informatice reprezintă modelele bazelor de date. Acestea nu sunt proiectate pentru prognozare și, prin urmare, nu au putere predictivă.

Modelul formal este modelul sub forma unei relații matematice generale sau a unui cod de calculator și la fel ca modelele informatice nu sunt utilizate pentru prezicerea comportamentului.

O altă clasificare a modelelor sistemelor complexe a fost propusă de Scott Berinato (2016). Potrivit lui Berinato, până la începerea modelării trebuie să răspundem la două întrebări:

1. Informația despre sistem este *conceptuală* sau *bazată pe date*?
2. Se dorește să fie ceva *declarat* sau *explorat (cercetat, explicat)*?

Prima întrebare nu ține de tipul modelului pe care vrem să-l reprezentăm, dar numai de tipul informației disponibile. Prin urmare, la prima întrebare găsim mai simplu răspunsul. Întrebarea a doua, însă, este mai complicată, pentru că diferența dintre declarație și explorare uneori este mai confuză. Răspunsul la a doua întrebare se conține în scopul modelării. Spre exemplu, dacă este prezentat un tabel cu date privind vânzările trimestriale sau harta vânzărilor distribuite pe regiuni, atunci scopul modelului este declarativ. Dacă însă scopul este prezentarea cauzei sau explicației de scădere a veniturilor care a fost identificată în baza datelor sau demonstrarea confirmării unei ipoteze, atunci scopul este explorator. În urma combinării tipului de informație cu scopul modelării vom obține patru tipuri de modele (Fig. 1.5).

- Declarative și bazate pe idee / concepție.
- Declarative și bazate pe date;
- Exploratorii și bazate pe date;
- Exploratorii și bazate pe idee / concepție.

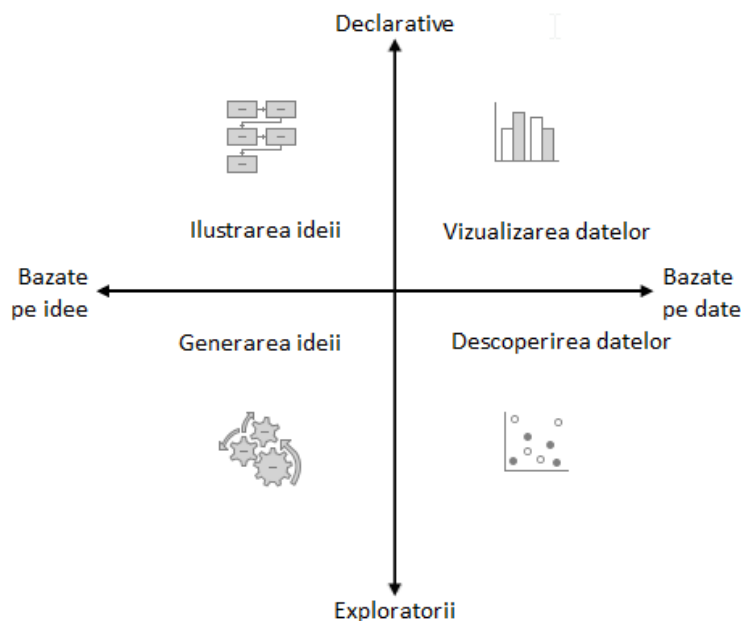


Fig. 1.5. Clasificarea modelelor sistemelor complexe, după Berinato

Sursa: Adaptat de autor în baza (Berinato 2016)

O descriere mai detaliată a acestor tipuri de modele este prezentată în Tabelul 1.1.

Tabelul 1.1. Tipurile de modele ale sistemelor complexe

		Conceptuale	Bazate pe date
Declarative	Tipul de informație	Procese, arhitectura	Simple, volum mic de date
	Vizualizarea	Simplă, metaforică	Grafice convenționale, statice
	Obiectivul	Învățarea, simplificarea	Afirmarea, prezentarea contextului
Exploratorii	Tipul de informație	Complexe, greu de identificat	Volum mari de date, complexe, dinamice
	Vizualizarea	Metaforică, creativă	Neconvențională, avansată
	Obiectivul	Descoperirea, simplificarea, învățarea	Identificarea tendinței, analiza profundă

Sursa: (Berinato 2016), tradus de autor

Cu referire la modelarea sistemului complex CDI, savantul rus Vasili Nalimov (Налимов 1969) a identificat 9 modele ale științei:

1. *Modelul informațional* în care știința este percepută drept sistem autoorganizator, dirijat de propriile fluxuri informaționale. În cadrul acestui model dezvoltarea științei se studiază prin prisma fluxurilor informaționale ale acesteia. Acest model utilizează pentru analiză metode bibliometrice.
2. *Modelul logic* reflectă dezvoltarea logică a ideilor. Această abordare ține de problema clasificării domeniilor / disciplinelor științifice.
3. *Modelul gnoseologic* în care sunt studiate metodologiile utilizate în cercetările științifice. În acest model atenția este acordată problemelor de argumentare a matematicii, ipoteza și experimentul, teoria matematică a experimentului.
4. *Modelul economic* studiază interacțiunea științei cu dezvoltarea economică a țării, evaluează eficacitatea economică a cercetărilor științifice.
5. *Modelul politic* reflectă interacțiunea științei cu ideologia politică, legătura dintre dezvoltarea științei și prestigiul țării, potențialul militar al țării.
6. *Modelul social* în care mulțimea de oameni angajați în cercetările științifice sunt studiați prin prisma grupului social. Aceasta interacționează cu alte grupe, își apără drepturile, influențează viața socială.
7. *Modelul demografic* se referă la studierea potențialului științific uman al țării prin prisma problemei demografice. O atenție deosebită în acest model îi revine vârstei colectivului de cercetare.
8. *Modelul „Savantul – individ creativ activ”* studiază psihologia creativității științifice.
9. *Modelul de inginerie a sistemului* în care știința este studiată ca un sistem care poate fi dirijat. Importante sunt considerate problema organizării optime a cercetărilor științifice, utilizarea metodei „cercetarea operațiilor” în organizarea activităților de cercetare, dezvoltare și inovare.

Nalimov recunoaște că fiecare dintre modelele menționate reflectă doar un aspect al științei, iar studierea complexă, multilaterală a procesului de dezvoltare a științei necesită combinarea mai multor studii, obținute de specialiști din diferite domenii, prin diverse metode.

În ultima perioadă se încearcă tot mai des aplicarea metodelor de modelare matematică în scopul managementului optimal al CDI. Însă trebuie să fim precauți în utilizarea aparatului matematic puternic, inclusiv metodele statistice, dacă nu clarificăm mai întâi ce se subînțelege sub „managementul CDI” sau „optimal”.

Totuși, să ne reamintim că sistemul CDI este, întâi de toate, un sistem complex social, fapt care complică aplicarea metodelor matematice, obiectul de studiu într-un sistem CDI fiind, în primul rând, comunitatea științifică (care generează informația științifică), și doar apoi volumul de informație științifică ș.a.

Acest fapt complică considerabil aplicarea matematicii în cercetarea sistemului CDI, dar astfel de metode există. Aceste metode se bazează pe legitățile stabilite în procesul de dezvoltare a științei, dar mai cu seamă, a comunității științifice, studierea cărora este sarcina primordială a specialiștilor în știință.

Desigur, legitățile sociale de funcționare a comunității științifice și de creare a volumului masiv de cunoștințe (informație) care este generat în urma activității CDI diferă de legitățile din științele naturale prin complexitatea acestora. Din această cauză, matematica utilizată în cercetarea legităților de funcționare și dezvoltare a CDI este mai puțin o matematică a cifrelor și mai mult o matematică a relațiilor, care studiază interrelațiile calitative a structurilor matematice.

În același timp, metodele matematice cantitative bazate pe procesul de măsurare rămân a fi foarte importante, pentru că, cum s-a menționat mai sus, politicile de management în CDI trebuie să fie argumentate numeric.

Cercetările comunității științifice aplicând metode matematice care se bazează de regulă pe analiza comunicării științifice, se limitează practic la măsurările sociometrice sau analiza statistică a rețelei de citare/coautorat. În baza unor astfel de cercetări (Price 1965; Radicchi, Fortunato et al. 2008; Zeng, Shen et al. 2017) de obicei se fac concluzii privind organizarea (autoorganizarea) temporară a unor echipe sau asociații de cercetători.

Mai rezultativ sunt aplicate metodele și modelele matematice în analiza volumului masiv de informații. Aceasta se explică prin faptul, că volumul de informații este reprezentat printr-un set discret de texte și poate fi descris utilizând metode cantitative, reflectând într-o măsură productivitatea activității științifice.

Spre exemplu, analizând volumul masiv de informații științifice, Nalimov a observat, că în baza vitezei de creștere a numărului de publicații științifice într-o țară pot fi făcute concluzii cu privire la nivelul de dezvoltare a științei (Налимов 1969, p. 21). Nalimov a arătat, că în lipsa barierelor viteza de creștere a numărului de publicații științifice care reprezintă surse de informație (cunoștințe) este determinată de nivelul de dezvoltare a științei. Orice concept științific nou trebuie să rezulte într-un anumit număr de lucrări științifice noi publicate care dezvoltă și confirmă acest concept sau îl infirmă. Procesul de creștere a numărului de publicații y este descris prin următoarea ecuație diferențială:

$$\frac{dy}{dt} = ky \quad (k > 0), \quad (1.1)$$

unde k – constanta care caracterizează (în mediu) reacția la publicațiile într-un domeniu sau altul.

În această ecuație viteza de creștere $\frac{dy}{dt}$ este proporțională nivelului atins y sau, altfel spus, viteza de creștere relativă $\frac{1}{y} \frac{dy}{dt}$ este valoare constantă. Rezolvând ecuația diferențială (1.1) obținem ecuația exponențială:

$$y = ae^{kt} \quad (k > 0).$$

Curbele de creștere descrise de exponentă pot fi caracterizate de intervalul de timp t , pe parcursul căruia valoarea y se dublează. Cu alte cuvinte, în cazul vitezei de creștere anuală de 5-7% numărul de publicații se va dubla în 10-15 ani, concluzia, la care a ajuns Derek Price (1951).

Legitatea de creștere exponențială se păstrează până când nu este afectată de mediul extern. Evenimente cum ar fi războiul, unele catastrofe naturale sau alte fenomene distructive indubitabil afectează creșterea exponențială, care ulterior revine la normal.

Mecanismul de creștere descris prin ecuația (1.1) nu poate funcționa la nesfârșit. În timp vor apărea factori de limitare cum ar fi resursele umane sau financiare. În această situație mecanismul de creștere a numărului de publicații va fi descris prin următoarea formulă:

$$\frac{dy}{dt} = ky(b - y) \quad (0 < y < b, k > 0). \quad (1.2)$$

În această ecuație viteza de creștere este limitată, pentru că b este valoarea maximă a parametrului y . Viteza relativă de creștere

$$\frac{1}{y} \frac{dy}{dt} = k(b - y)$$

nu mai este constantă, dar funcție liniară y . Cu cât mai înalt este nivelul atins al indicatorului care ne interesează, cu atât mai mică este viteza de creștere. Soluția ecuației diferențiale (1.2) are forma ecuației care descrie curba logistică

$$y = \frac{b}{1 + a \exp(-kbt)} \quad (k > 0).$$

În marketing curba logistică exprimă procese și fenomene economice de lungă durată, a căror creștere se stinge sau se autofrânează pe măsură ce se apropie de o anumită limită și poate fi observată în comportamentul pieței pentru mărfurile ce apar ca noutate și pentru articolele considerate de lux. În modelul informațional al științei curba logistică poate fi observată pentru anumite domenii ale științei, interesul pentru care scade în timp.

Managementul și modelarea sistemelor complexe sociale este o provocare atât pentru managerii profesioniști, cât și pentru oamenii de știință din domeniu. Principalul obstacol este timpul: învățarea prin experiență este posibilă numai dacă intervalul de timp dintre cauză și efect este scurt. Dar dacă cauza și efectele sunt într-o relație circulară, iar reacția inversă este întârziată, atunci controlul sistemului devine o sarcină prea complexă.

1.4. Concluzii la capitolul 1

Luând în considerare ipoteza de cercetare formulată, studierea situației actuale în domeniul organizării și autoorganizării sistemelor de cercetare, dezvoltare și inovare ne-a condus spre următoarele *concluzii*:

1. Instituționalizarea sistemului de cercetare, dezvoltare și inovare a fost impulsionată de conștientizarea eficacității economice a cercetării științifice și dezvoltării tehnologice și facilitarea profesionalizării acestei activități. Concomitent cu organizarea și dezvoltarea sistemului CDI, acesta a devenit obiect al cercetării, *știința despre știință* sau *scientica* devenind o direcție de cercetare, care studiază structura, dinamica, interacțiunea și comunicarea cu diverse instituții sociale, viața materială și spirituală a sistemului.
2. Sistemul de cercetare, dezvoltare și inovare, fiind compus din instituții administrative, organizații sau organisme finanțatoare, organizații, întreprinderi, centre, laboratoare ce realizează activități CDI, instituții sau/și subdiviziuni de deservire ș.a. este un sistem complex organizat din punct de vedere al instituționalizării și reglementării activității acestuia prin acte legislative și normative. Concomitent, pentru că sistemul CDI este și o configurație complexă a multor oameni legați între ei instituțional, tematic, cultural prin modele de relații care se suprapun, acesta este și sistem complex social.
3. Fiind un sistem complex social, sistemul CDI este un sistem deschis, neliniar și organizat ierarhic. Caracteristica emergentă a sistemelor complexe sociale este capacitatea de autororganizare. Fiind o structură cu multe lanțuri de ordin mare și bucle neliniare de feedback, acestuia îi sunt caracteristice reacții imprevizibile de feedback. Un rol important în sistemul complex CDI îi revine noțiunii de *informație*, deoarece cunoștințele noi și de o calitate nouă apar și se autor organizează într-un sistem al cunoștințelor în rezultatul dezvoltării sau reconștientizării informației conținute în lucrările precedente.
4. Pentru identificarea legităților de dezvoltare a științei și tehnologiei, studierea dinamicii activității științifice, managementul și prognozarea evoluției sistemului CDI, sunt utilizate diferite metode de modelare. Unul și același sistem complex poate fi prezentat prin diferite metode și modele, în funcție de scop, viziune, aspect, natura și particularitățile sistemului, tipul de date disponibile. Oricare ar fi modelul sistemului de cercetare, dezvoltare și inovare, acesta reflectă doar un aspect al sistemului, iar studierea complexă, multilaterală al sistemului necesită combinarea mai multor studii, deseori interdisciplinare, obținute prin diverse metode.

Prin urmare, ipoteza de cercetare care a constat în presupunerea că sistemul de cercetare, dezvoltare și inovare este sistem complex social organizat și autoorganizator s-a dovedit teoretic și practic.

2. PARTICULARITĂȚI DE ORGANIZARE A SISTEMELOR DE CERCETARE, DEZVOLTARE ȘI INOVARE

2.1. Modelul conceptual de organizare a sistemului de cercetare, dezvoltare și inovare

Pentru a înțelege principiul de organizare și funcționare a oricărui sistem complex CDI, autorul a dezvoltat modelul conceptual al acestuia prin prisma elementelor de intrare, activităților, elementelor de ieșire, efectelor și impactului (Fig. 2.1).

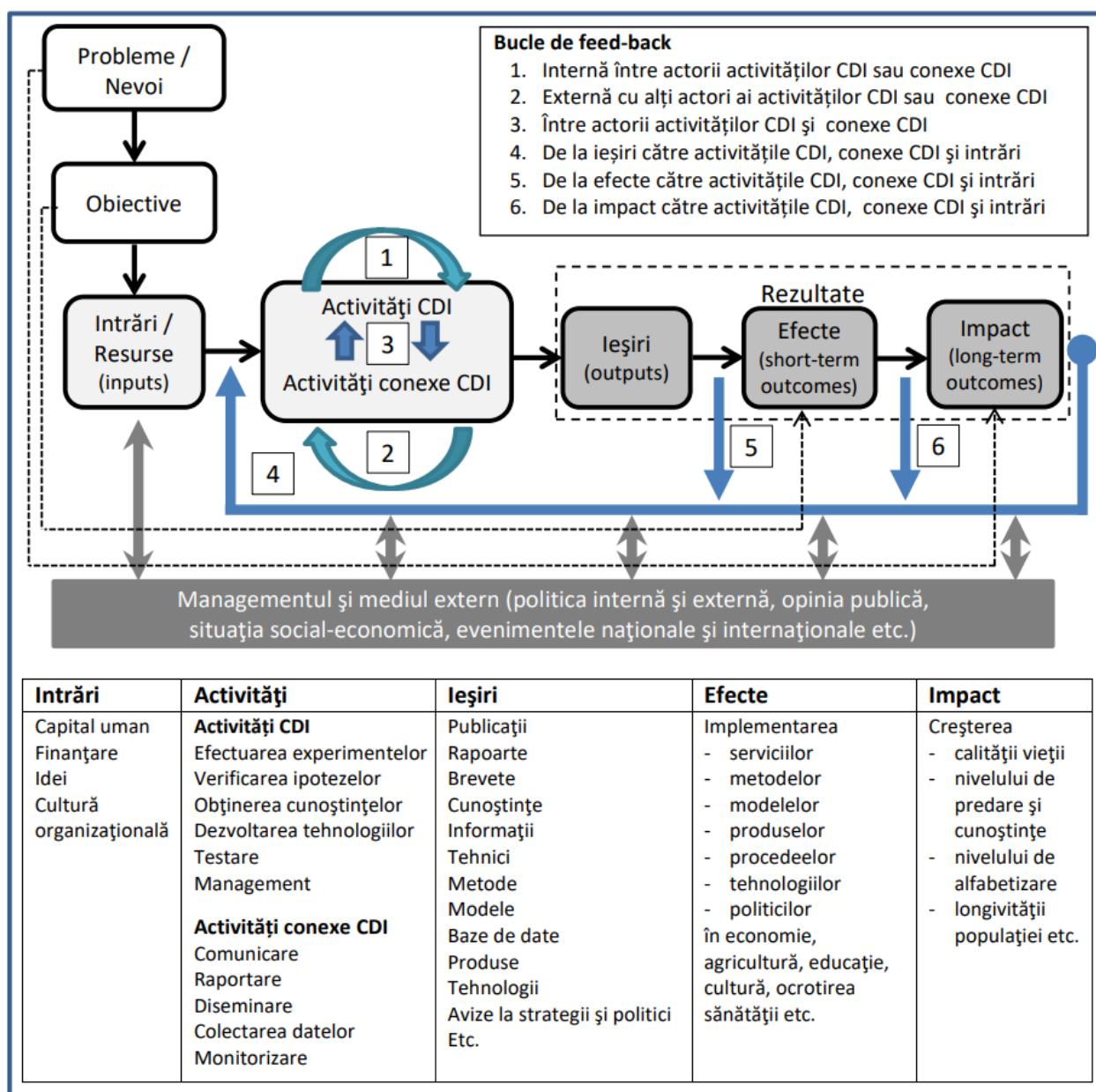


Fig. 2.1. Modelul conceptual al sistemului de cercetare, dezvoltare și inovare prin prisma intrărilor, activităților și rezultatelor

Sursa: Dezvoltat de autor în baza (Cojocaru 2014; Simister et al. 2016)

Observăm că procesul de cercetare, dezvoltare și inovare pornește de la identificarea problemelor sau nevoilor societății. În baza problemelor se formulează obiectivele. Rezultatul atingerii obiectivelor sunt efectele. Rezultatul rezolvării problemei sau satisfacerii nevoii este impactul. Este cert că eficacitatea funcționării întregului sistem de cercetare, dezvoltare și inovare depinde de fiecare parte componentă (verigă) a sistemului care acționează asupra altor părți componente afectându-le în bucla de feedback pozitiv sau negativ (Cujba, Dicusar 2017, p. 86).

Elementele de intrare în sistemul CDI sunt în permanentă schimbare. Capitalul uman se modifică prin abandonarea științei de unii și atragerea personalului nou în CDI. Alocațiile financiare în știință din mediul extern al sistemului (bugetul de stat, sectorul privat, organizații non-guvernamentale, fonduri naționale și internaționale etc.) ajung în interiorul sistemului în formă de salarii, echipamente, facilități necesare, consumabile. Drept urmare a acestor investiții în știință sunt elaborate produse, procedee și servicii inovative care condiționează creșterea economică a țării și în bucla de feedback atât cunoștințele, cât și investițiile se întorc în sistem prin achitarea impozitelor de către beneficiarii bunurilor și serviciilor elaborate. Ideile științifice și cultura organizațională sunt și ele schimbătoare, fiind afectate atât de factorul uman, cât și de mediul intern și extern. Managementul se schimbă nu doar prin procedura de votare / alegere a conducătorilor dar și prin metode și tehnici noi implementate în administrarea și dirijarea sistemului CDI.

Însăși veriga *Intrări* poate fi privită ca un subsistem complex deschis și neliniar în care elementele interacționează și afectează mediul intern și extern al acestui subsistem.

În cadrul *activităților* CDI (ACDI) se efectuează experimente, sunt verificate ideile și ipotezele, sunt obținute cunoștințe noi și dezvoltate, testate tehnologiile noi. Activitățile conexe cercetării, dezvoltării și inovării (ACCDI) se axează pe colectarea datelor, monitorizarea ACDI, dar și comunicarea și diseminarea rezultatelor cercetării (seminare, conferințe, colaborarea cu mass-media) sau monitorizării. În cadrul acestei verigi există trei tipuri de bucle de feedback: 1) bucla actorilor ACDI sau ACCDI se efectuează pe interior. Spre exemplu, personalul dintr-un laborator, sector, institut interacționează efectuând cercetări în cadrul unui proiect; 2) bucla actorilor ACDI sau ACCDI se efectuează pe exterior. Spre exemplu, cooperarea și colaborarea cu actorii ACDI sau ACCDI din alte institute, țări în cadrul unui program de cercetare, participării în procesul de instruire a studenților sau unui program/proiect internațional; 3) interacțiunea între actorii ACDI și ACCDI. Spre exemplu, la pregătirea propunerilor de proiecte, rapoartelor de activitate, acțiunilor de comunicare și diseminare etc.

Activitățile sunt acțiunile sau lucrul efectuat cu ajutorul și prin intermediul resurselor pentru a produce ieșiri specifice. Indicatorii care măsoară activitățile din CDI sunt numărul de experimente și testări efectuate, propuneri de proiecte depuse, proiecte în derulare sau finalizate

cu succes, numărul de evenimente științifice, seminare științifice sau instruirii organizate etc. Veriga *Activității* este un subsistem complex deschis și neliniar. ACDI și ACCDI sunt influențate atât de mediul intern, cât și mediul extern al subsistemului (intrări, management, situația politică și socioeconomică). La rândul lor, elementele subsistemului (actorii, procesele, acțiunile) interacționează și modifică atât mediul intern (alte activități), cât și cel extern al subsistemului (ieșirile, opinia publică, evenimentele naționale și internaționale).

Elementele de ieșire în CDI sunt rezultatele fizice, cantitative obținute de pe urma ACDI cu ajutorul intrărilor și sunt măsurate în baza următorilor indicatori: numărul de publicații, numărul de brevete de invenții eliberate, numărul de teze susținute etc. Publicațiile sunt în mare măsură rezultatul cercetărilor fundamentale și aplicative, pe când brevetele sunt de regulă rezultatul dezvoltării experimentale și inovării. Ieșirile se din interacțiunea ACDI și ACCDI. Ieșirile, în bucla de feed-back, influențează ACDI și ACCDI și deseori sunt sursa pentru obținerea unor noi ieșiri. Spre exemplu, în baza unor publicații în cadrul activității de cercetare-dezvoltare-inovare sunt obținute noi cunoștințe, o nouă direcție de cercetare, se dezvoltă o tehnologie nouă. Drept rezultat pot fi publicate lucrări noi, elaborate modele noi sau/și înregistrate brevete de invenție. Elementele de ieșire sunt și ele legate reciproc. Ieșirile sunt legate între ele prin intermediul autorilor, organizațiilor, domeniilor științifice ș.a.

Efectele sunt rezultatele obținute pe termen mediu și pot fi evaluate în contextul atingerii obiectivelor descrise, fiind obținute în baza ieșirilor. În bucla de feedback efectele sunt utilizate în activități pentru obținerea ieșirilor noi și respectiv a efectelor noi, și la rândul lor au influență asupra impactului. Efectele sunt legate între ele (spre exemplu, la baza implementării serviciilor noi stau metode, procedee, tehnologii noi), dar și prin autori, domeniu, regiune de implementare ș.a. Efectele sunt influențate de mediul extern (management, opinia publică despre produsul sau serviciul nou) și îl influențează (sunt create companii noi, oferite servicii noi, pe piață apar produse noi etc.).

Exemple de indicatori de măsurare a efectelor sunt: servicii noi implementate; metode, produse sau procedee noi implementate în economie, educație, medicină, agricultură etc.; companii noi create pentru producerea mărfurilor inovative etc. Indicatorii de măsurare a efectelor țin de obiectivele programului / proiectului și prin urmare sunt specifici fiecărui program / proiect.

Impactul este un rezultat al efectelor orientat spre rezolvarea problemei sau satisfacerea nevoii societății. Indicatorii de impact sunt acei indicatori care măsoară rezultatul rezolvării problemei sau satisfacerea nevoii descrise în program / proiect prin intermediul efectelor. Impactul este un rezultat al programului / proiectului pe termen lung, iar valorile indicatorilor de măsurare a impactului sunt obținute nu doar prin rapoarte statistice, dar și prin intermediul chestionărilor. Exemple de indicatori de impact: PIB per locuitor, nivelul de trai al populației, nivelul de

alfabetizare a populației, reducerea mortalității copiilor, longevitatea populației etc. Impactul este mai greu de identificat nu doar pe motiv că este mai greu observat în timp, dar și pentru că nu întotdeauna poate fi evaluat cantitativ. Deseori impactul este identificat în procesul chestionării populației. La nivelul verigii *Impact* la fel există legături și dependențe între elementele acesteia. Astfel, longevitatea este legată de calitatea vieții, de nivelul de deservire medicală din țară, nivelul de alfabetizare, iar nivelul de alfabetizare al unei părți a populației depinde de nivelul de educație (alfabetizare) al altei părți (a pedagogilor, profesorilor). Impactul influențează mediul extern și este influențat de acesta (situația socioeconomică, politica internă și externă, opinia publică ș.a.).

Toate verigile sunt interdependente reprezentând subsisteme ale sistemului de cercetare-dezvoltare-inovare, care sunt compuse din părți componente. La rândul său, fiecare subsistem al sistemului este deschis, neliniar, departe de echilibru și emergent (Cujba, Dicusar 2017).

Analizând modelul conceptual prezentat în Fig. 2.1 ajungem la concluzia, că sistemul CDI este un sistem complex în care toate componentele sunt legate sinergic și care funcționează eficient doar în cazul în care toate verigile sau subsistemele sunt funcționale și eficiente.

2.2. Tendințe de dezvoltare a sistemelor de cercetare, dezvoltare și inovare

În ultimele decenii a fost publicat un șir de studii privind transformările în știință produse drept răspuns la competitivitatea economică, procesele de colaborare și globalizare (Böhme, Van Den Daele et al. 1983; Gibbons, Limoges et al. 1994; De Wit, Dankbaar et al. 2007). A apărut o varietate de abordări pentru a înțelege, explica și chiar extrapola astfel de tendințe, cele mai cunoscute transformări fiind explicate prin conceptul „Modul 2” de producere a cunoștințelor, termen propus de (Nowotny, Scott et al. 2003).

Conceptul de „*Modul 2*” de producere a cunoștințelor este rezultat al transformărilor din cercetarea științifică și modului nou al activității științifice. Potrivit autorilor (Nowotny, Scott et al. 2003) paradigma anterioară a științei sau „Modul 1” de producere a cunoștințelor a fost caracterizat prin:

- Hegemonie a științei teoretice și experimentale;
- Taxonomie distinctă a disciplinelor științifice organizate din interiorul sistemului;
- Autonomie a cercetătorilor, a instituțiilor de cercetare și a universităților legate de direcțiile de cercetare;
- Controlul tradițional al calității rezultatelor științifice (recenzarea).

Spre deosebire de „Modul 1”, „Modul 2” de producere a cunoștințelor este:

- Transdisciplinar;
- Eterogen;

- Orientat spre aplicarea rezultatelor și comercializarea cercetării;
- Social distribuit sau reflexiv;
- Subiect al multiplelor evaluări cantitative.

Unele din aceste caracteristici sunt considerate nefundamentate și sunt criticate (Hessels, Van Lente 2008). Totuși, considerăm că 5 tendințe caracterizează schimbările produse în sistemul global de cercetare, dezvoltare și inovare:

- 1) Impunerea priorităților în cercetare;
- 2) Comercializarea cercetării;
- 3) Mobilitate globală și intensificarea colaborării științifice;
- 4) Digitizarea și deschiderea științei;
- 5) Contabilizarea și evaluarea cercetării.

1) Impunerea priorităților în cercetare

Aceasta se efectuează la trei niveluri:

- La nivel supranațional. Cel mai reprezentativ exemplu sunt Programele cadru ale Comisiei Europene. Obiectivul acestor programe este formularea priorităților de cercetare și consolidarea capacităților de cercetare în scopul satisfacerii necesităților societății și ale economiei, în special a statelor membre ale UE;
- La nivel național (sistem). În multe țări, inclusiv Republica Moldova, organele administrative responsabile pentru cercetare adoptă priorități de cercetare pro-active (sau de sus în jos), spre deosebire de prioritățile de cercetare reactive (de jos în sus), în care sunt finanțate cele mai bune propuneri de proiecte din punct de vedere al experților în cercetare. Astăzi accentul se pune mai mult pe tematica proiectului. Această situație este rezultatul încercării de a găsi compromisul dintre obiectivele „politice”, promisiunile științei și capacitățile de cercetare. În mod similar universitățile au început să-și administreze prioritățile de cercetare mai pro-activ, plecând de la ideea simplă de asigurare a mediului de cercetare;
- La nivel sectorial. Ministerele și departamentele sectoriale dezvoltă propriile programe care sunt deseori confuze sau contradictorii. Aceste programe de regulă sunt axate, de regulă, pe agenda politică a ministerului pe termen scurt.

2) Comercializarea cercetării

Comercializarea cercetării sau „cercetarea angajată” s-a conturat în două forme. Prima este legată de micșorarea finanțării științei din fondurile publice, fapt care a cauzat căutarea și identificarea surselor alternative de finanțare a cercetării, și, în consecință, a luat amploare

cercetarea „la comandă”. În această formă de cercetare mai multă îngrijorare stârnește totuși tendința guvernelor de a alinia politica statului în cercetare cu prioritățile pieței, care generează parteneriatul public-privat, dar și, ca efect, reduce diversitatea și creativitatea în cercetare. A doua formă este legată de faptul că organizațiile de cercetare și universitățile au conștientizat valoarea proprietății intelectuale generate de știință. Motivele sunt evidente: cheltuielile publice pentru cercetare nu mai pot ține pasul cu volumul de investiții necesar activității de cercetare științifică și structurile de cercetare sunt în căutarea surselor alternative de venit. În condițiile Societății bazate pe cunoștințe, valoarea „produselor” cunoașterii crește nu în termeni de potențial pe termen-lung, dar în termeni de profit economic imediat.

A doua formă de comercializare a cercetării provoacă două întrebări pentru discuții: 1) Identificarea deținătorului proprietății intelectuale (cercetătorul, echipa de cercetători, organizația, sau comunitatea științifică?), negocierea ulterioară a drepturilor și, drept consecință, schimbarea caracterului organizațional al unității de cercetare; 2) Exploatarea „proprietății intelectuale” a cunoștințelor intră în conflict cu ideea prin care cunoașterea este considerată bun public.

O altă contradicție este legată de „confidențialitatea comercială”. Dacă proprietatea intelectuală are valoare comercială, aceasta nu poate fi oferită liber prin publicarea deschisă în reviste recenzate sau comunicată la conferințe științifice accesibile tuturor doritorilor.

Cu toate acestea, calitatea cercetării științifice este în mare măsură determinată de expunerea rezultatelor cercetărilor pentru discuții și contraargumente. Acest proces devine dificil în cazul în care circulația rezultatelor cercetărilor este limitată.

Să nu uităm, că activitatea științifică și tehnologică include 4 componente: 1) cercetarea fundamentală, 2) cercetarea aplicativă, 3) dezvoltarea experimentală și 4) inovarea. Cercetarea fundamentală și cea aplicativă nu sunt profitabile și autorecuperabile prin definiție și doar ultimele două au ieșire la piața de desfacere. Dar anume în cadrul cercetării fundamentale și aplicative sunt obținute cunoștințe noi, care au un efect educațional, cultural și social, știința fiind parte a culturii societății (Rotaru, Cujba 2010, p. 19).

Altfel spus, obținerea cunoștințelor din bani este știință. Obținerea banilor din cunoștințe este inovarea.

3) Mobilitate globală și intensificarea colaborării științifice

Colaborarea științifică este baza interacțiunii dintre cercetători, organizații de cercetare și universități, partenerii din industrie precum și țări. Pe de o parte, globalizarea științei este rezultat al colaborării internaționale, din care câștigă atât țările dezvoltate, cât și cele în curs de dezvoltare (Freeman 2010), pe de altă parte, în contextul globalizării și dezvoltării științei electronice mobilitatea și colaborarea științifică devine tot mai răspândită. Mobilitatea deseori este importantă

pentru urmarea carierei de cercetare. În știință adesea laboratorul cel mai bun pentru cercetările planificate este în altă parte decât acasă (Deville, Wand et al 2014), în timp ce colaborarea permite soluționarea unor probleme științifice complexe care necesită implicarea specialiștilor nu doar din diferite domenii, dar și din diferite organizații sau chiar țări. Prin urmare, interacțiunea sinergică a cercetătorilor este baza unei mobilități de succes.

Chiar dacă rezultat al colaborării științifice sunt nu doar publicațiile, co-publicările sunt dovadă a colaborării și sunt acceptate și utilizate în studii și analize (Leydesdorff, Wagner et al. 2013, p. 90). Studiile bibliometrice permit efectuarea analizelor privind dinamica colaborării științifice în timp. Un studiu bibliometric realizat în 2019 (Gui, Liu et al. 2019) a arătat că sistemul global de cercetare odată bipolar (Anglo-American) a devenit tripolar (Europa, America de Nord, Asia Pacifică). Un alt studiu bibliometric (Waltman, Tijssen et al 2011) efectuat pe baza a 21 de milioane de articole indexate în Web of Science a constatat o intensificare a colaborării științifice din punct de vedere geografic, distanța dintre coautori crescând de la 334 km în 1980 până la 1553 km în 2009.

În scopul stabilirii nivelului de colaborare internațională a fost realizată analiza dinamicii de colaborare în diferite țări și regiuni. Pentru studiu au fost extrase date privind procentul articolelor scrise în colaborare cu oameni de știință de peste hotare și publicate în perioada 1996-2019. Datele au fost acumulate pentru 50 de țări din Europa de Vest, Europa de Est, Asia și America.

În Fig. 2.2 sunt prezentate datele privind dinamica de colaborare științifică în 15 țări din Europa de Est.

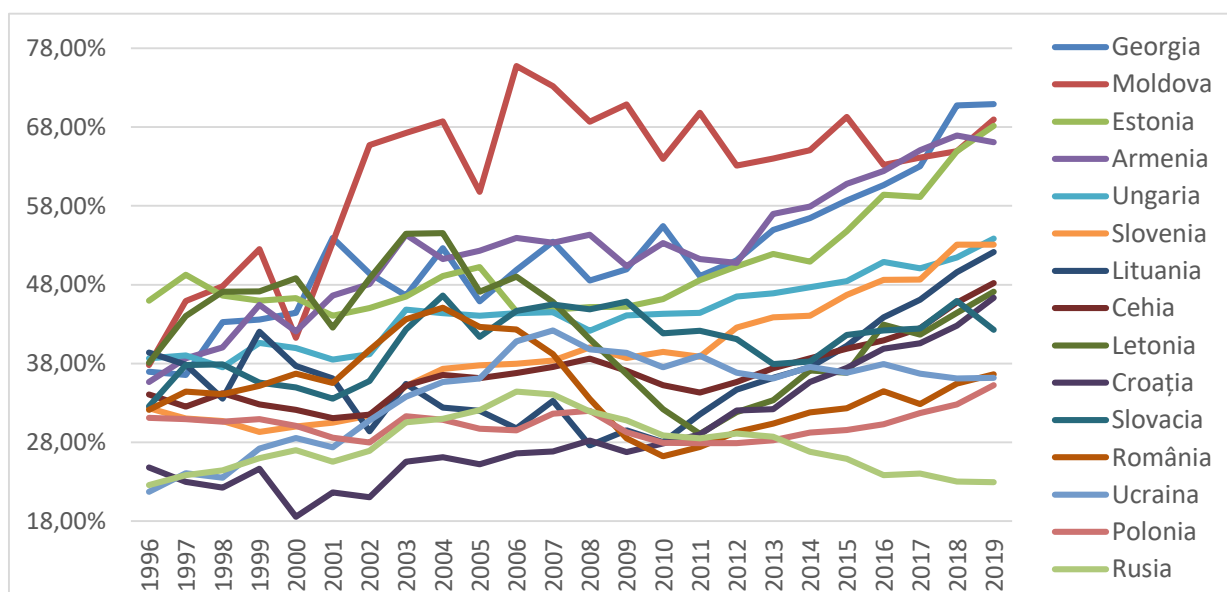


Fig. 2.2. Colaborarea științifică internațională, 15 țări din Europa de Est

Sursa: elaborat de autor în baza datelor din <https://www.scimagojr.com/>. Accesat: 26.03.2021

Observăm o dinamică pozitivă generală. În același timp, Republica Moldova a înregistrat o colaborare foarte înaltă începând cu anul 2002, perioadă în care 60-75% din lucrări au fost scrise în coautorat cu colegii de peste hotare. Începând cu 2013 a început să crească activ nivelul de colaborare a Georgiei, Armeniei și Estoniei. Țările cu cel mai jos nivel de colaborare sunt Rusia, Polonia, Ucraina, România. O dinamică negativă privind colaborarea științifică se atestă în Rusia începând cu 2006, procentul articolelor scrise cu coautori de peste hotare fiind în descreștere de la 35% în 2006 până la 23% în 2019. E de menționat că în partea de jos a graficului se situează țările mari, iar în partea de sus – țările mici. Această observație poate fi explicată prin resurse limitate de care dispun țările mici și nevoia de colaborare internațională pentru a avea acces la infrastructura de cercetare dezvoltată a țărilor mari.

În Fig. 2.3 este prezentată dinamica colaborării științifice internaționale a 15 țări din Europa de Vest.

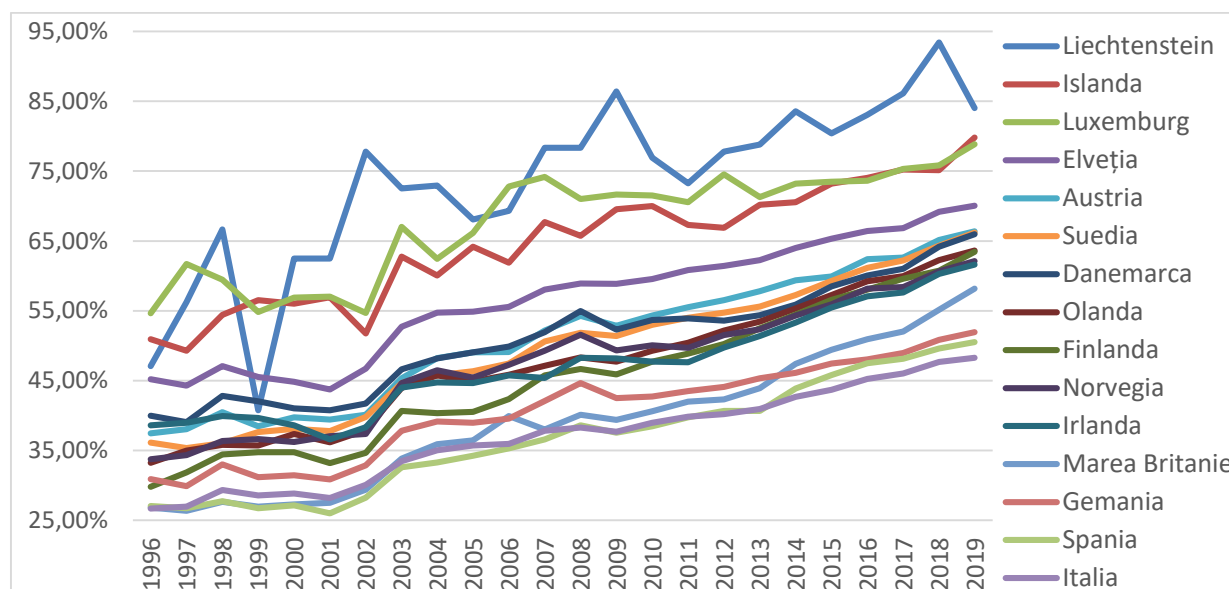


Fig. 2.3. Colaborarea științifică internațională, 15 țări din Europa de Vest

Sursa: elaborat de autor în baza datelor din <https://www.scimagojr.com/>. Accesat: 26.03.2021

Datele prezentate atestă o dinamică pozitivă semnificativă pentru toate țările din regiune. În comparație cu țările din Europa de Est, în Europa de Vest dinamica de creștere a nivelului de colaborare internațională este mai stabilă. Cea mai colaboratoare, dar și cea mai mică țară este Liechtenstein, urmată de Islanda și Luxemburg, chiar dacă nu sunt state cu cele mai limitate resurse financiare sau umane. Iar cel mai puțin colaborează pe plan internațional oamenii de știință din Italia, Spania, Germania, Marea Britanie.

Dinamica nivelului de colaborare internațională de coautorat în 10 țări din America de Nord și America Latină este prezentată în Fig. 2.4.

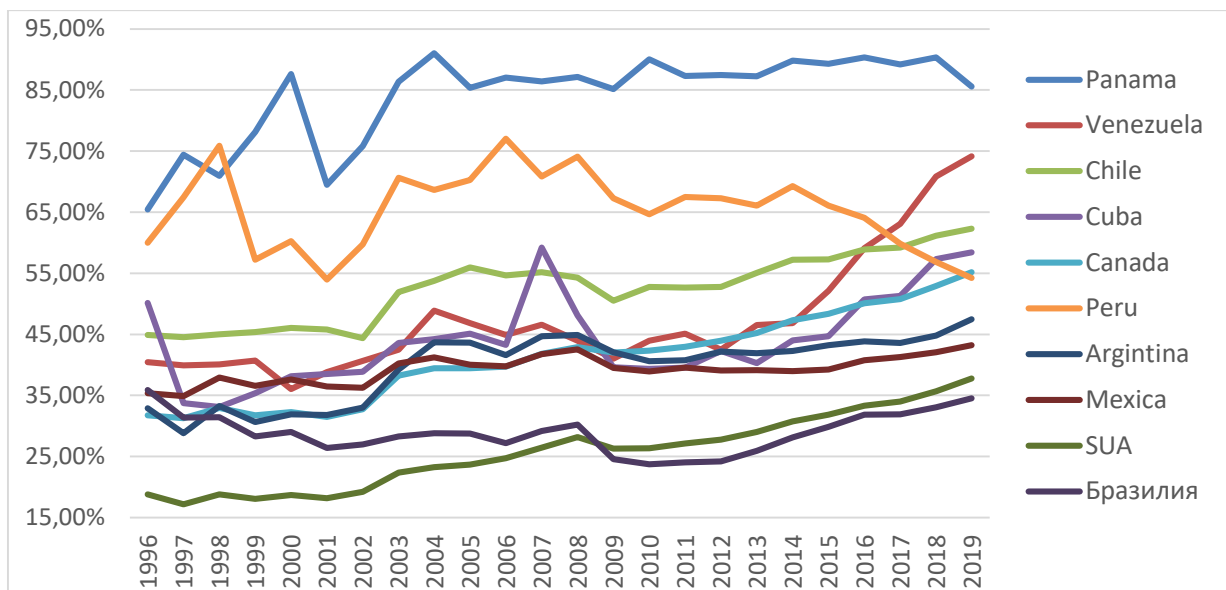


Fig. 2.4. Colaborarea științifică internațională, 10 țări din America de Nord și Latină
 Sursa: elaborat de autor în baza datelor din <https://www.scimagojr.com/>. Accesat: 26.03.2021

Observăm în regiune o dinamică neesențială a nivelului de colaborare internațională de coautorat, cu excepția Venezuelei, nivelul de colaborare a căreia a crescut de la 36% în 2000 până la 74% în 2019. Cercetătorii din Peru, dimpotrivă, publică mai puține lucrări în coautorat internațional începând cu 2006. Similar cu regiunile prezentate mai sus, țările mici atestă un nivel de colaborare mai înalt. Se evidențiază Panama, cea mai mică țară din cele prezentate, cu un nivel de colaborare de circa 90% începând cu 2004. Cum era și de așteptat, cercetătorii din țările mari colaborează mai puțin cu colegii săi de peste hotare. Excepție este Canada care fiind țară mare nu neglijează cooperarea internațională, nivelul de colaborare fiind de peste 50% începând cu 2016.

În Fig. 2.5 este prezentată dinamica nivelului de colaborare a 10 țări din Asia.

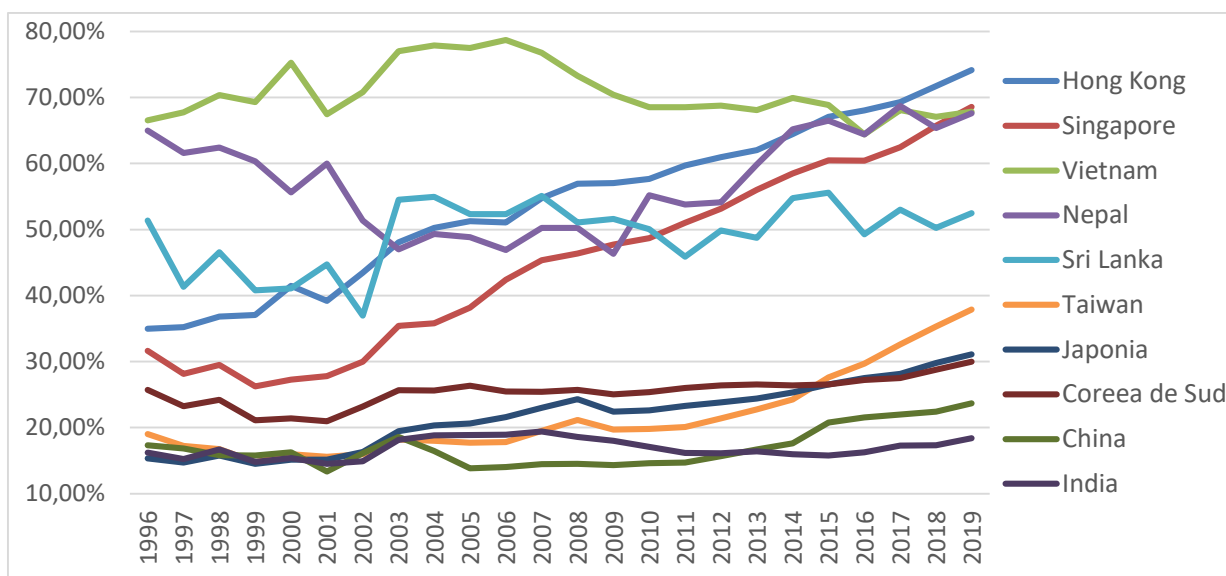


Fig. 2.5. Colaborarea științifică internațională, 10 țări din Asia
 Sursa: elaborat de autor în baza datelor din <https://www.scimagojr.com/>. Accesat: 26.03.2021

Constatăm, că colaborarea internațională a oamenilor de știință din Vietnam scade după 2007, iar cea mai mare creștere a nivelului de cooperare se atestă la Singapore și Hong Kong. Ca și în celelalte regiuni, indiferent de nivelul de dezvoltare sau resurse disponibile, țările mici colaborează mai activ în comparație cu țările mari (India și China). Drept confirmare a acestei concluzii este nivelul de cooperare a cercetătorilor din Hong Kong, care fiind oficial parte componentă a Chinei, atestă o dinamică pozitivă semnificativă începând cu anul 2000.

În concluzie, colaborarea științifică în toate regiunile este în creștere. Totodată, țările mici în activitatea de cercetare sunt mai colaboratoare în comparație cu țările mari.

În baza datelor prezentate în acest subcapitol, autorul concludă, că colaborarea științifică internațională este o rețea complexă organizată și autoorganizată bazată pe interacțiunea sinergică a cercetătorilor, care funcționează în conformitate cu dinamica internă socială. Rețeaua de colaborare este un sistem de comunicare care se realizează în condiții cu un grad de libertate mai mare decât cel oferit de sistem (subsistem) la nivel național. Drept rezultat, se creează o dinamică care apare din, și apoi revine în bucla de reacție inversă în subsistemele de ordin inferior la nivel național și regional.

4) Digitizarea și deschiderea științei

Tehnologiile informaționale și comunicaționale (TIC) au influențat și continue să influențeze masiv toate sferile de activitate ale omului. Începând cu anii 90 ai sec. XX Internetul a devenit instrument indispensabil nu doar pentru lumea științifică de unde a provenit, dar și pentru business, recreație, mass-media, publicul larg.

Epoca în care trăim în prezent se caracterizează prin reproducerea și schimbul de informații și cunoștințe. Știința devine globală iar colaborarea, disponibilitatea informației și a cunoștințelor necesare și la timp devin principalul factor în succesul cercetării științifice. Transformările produse grație dezvoltării tehnologiilor informaționale și de comunicare (TIC), care în prezent se produc în știință, sunt conceptualizate în noțiunea sau modelul de *e-Știință* (engl. e-Science) (Cujba 2019, p. 40; Hey 2002; Jankowski 2007; Париннов 2007; Liberati 2009) sau *Ciberștiință* (engl. Cyberscience) (Nentwich, 2003; Hine 2008).

e-Știința oferă o „valoare adăugată” științei, și include: colaborarea internațională între cercetători; utilizarea sporită a computerelor interconectate utilizând arhitectura Grid; vizualizarea datelor; dezvoltarea instrumentelor și procedurilor bazate pe Internet; crearea structurilor organizatorice virtuale pentru efectuarea cercetărilor; distribuirea și publicarea electronică a rezultatelor (Jankowski 2007, p. 551). Altfel spus, *e-Știința* completează și transformă modul tradițional de efectuare a cercetării științifice (Hine 2008, p. 37).

e-Știința este caracterizată prin următoarele componente: a) automatizarea complexă a activității de cercetare, dezvoltare și inovare; b) crearea infrastructurii de cercetare digitale; c) crearea unor modele de comportament mai eficiente în cadrul activității de cercetare atât a cercetătorilor, cât și a organizațiilor (Паринов 2007, p. 4).

În Fig. 2.6 este prezentată paradigma cercetării în *e-Știință*.

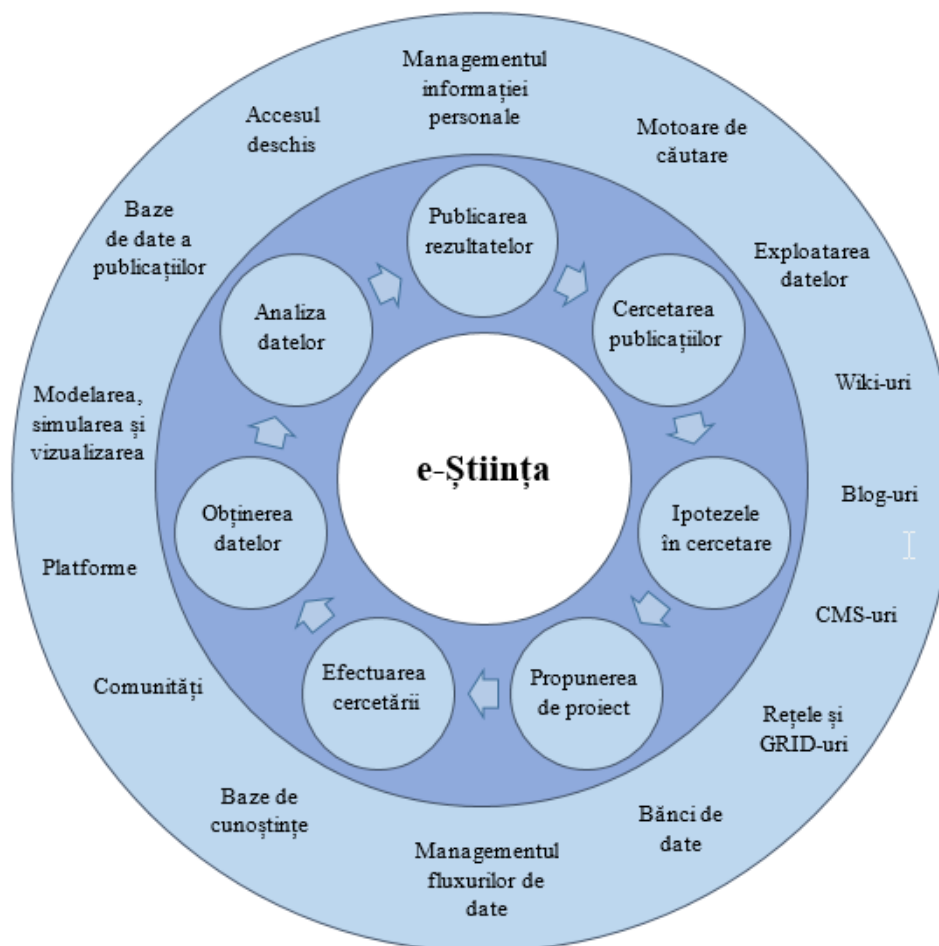


Fig. 2.6. Paradigma cercetării-dezvoltării în *e-Știință*

Sursa: adaptat și tradus de autor în baza <http://www.escience.uni-bremen.de/index.php?id=25>

E-Știința este instrumentul care oferă cercetătorilor posibilitatea de a stoca, interpreta, analiza, relaționa și partaja datele obținute cu alte echipe de cercetare. Deoarece tehnologiile informaționale utilizate de oamenii de știință în cercetare sunt din ce în ce mai complexe și mai puternice, acestea ar trebui să poată stoca cantități mari de date. Prin urmare, aceasta joacă un rol important în cercetarea științifică, începând cu cercetarea fundamentală și aplicată, testarea prin simulare, testarea sistematică controlată, colectarea datelor într-o manieră organizată și interpretarea corespunzătoare a acestor date. Un studiu bibliometric realizat (Cujba 2019) a arătat că tehnologiile informaționale și de comunicare nu doar au schimbat paradigma de cercetare, dar au devenit chiar unul din domeniile de top ale cercetărilor științifice.

Ciclul de efectuare a cercetărilor în condițiile e-Științei este același ca și în cercetarea tradițională, însă elementul-cheie care contribuie la cooperarea cercetătorilor aflați în diferite părți ale lumii este infrastructura electronică sau e-Infrastructura. Instrumentele și platformele oferite de e-Infrastructura de cercetare sunt ceea ce diferențiază e-Știința de cercetarea tradițională. Anume din această cauză e-Infrastructura de cercetare este fundamentul e-Științei (Catan, Cujba 2019, p. 55). „E-Infrastructura oferă comunității științifice o piață comună a resurselor electronice, accesibilă 24 de ore din 24, indiferent de locație și servește ca un instrument unic pentru dezvoltarea de aplicații colaborative.” (Rusu, Roșca et al. 2018, p. 145).

Definiția mai specifică a e-Infrastructurii a fost propusă în studiul elaborat de către organismul european de coordonare – eInfrastructure Reflection Group (e-IRG) (2010) și dezvoltată în continuare în (Andrieș, Tighineanu et al. 2012, p. 70). „*eInfrastructure* este un mediu nou de cercetare, în care toți cercetătorii – indiferent dacă lucrează în cadrul instituțiilor lor de origine sau în proiecte științifice naționale sau internaționale – au acces partajat la facilități științifice unice sau distribuite (inclusiv date, instrumente, calcule și comunicații), indiferent de tipul lor și locația în lume. *eInfrastructure* oferă servicii unice de cercetare utilizatorilor din diferite țări, inclusiv din regiunile periferice și îndepărtate, precum și oportunități de atragere a tinerilor în știință prin crearea sistemelor de partajare de facilități. Astfel, eInfrastructura are un rol-cheie în structurarea comunității științifice și în crearea unui mediu de cercetare și inovare eficient”.

Globalizarea științei are diferite forme, dar multiplele studii din întreaga lume au ajuns la concluzia că pentru o cercetare eficientă știința trebuie să fie „deschisă”, optând pentru *Știința deschisă* (engl. Open Science).

Potrivit studiului Directoratului General pentru Cercetare și Inovare al Comisiei Europene „Open Innovation, Open Science, Open to the World” (2016, p. 33) *Știința deschisă* reprezintă o nouă abordare a modului în care se efectuează și se organizează cercetarea științifică, bazată pe cooperare și noi căi de difuzare a cunoștințelor, utilizând tehnologiile digitale și instrumente noi de colaborare. Această abordare este generată de creșterea exponențială a informațiilor și de disponibilitatea tehnologiilor digitale, fiind impulsionate de globalizarea comunității științifice, precum și de cererea tot mai presantă din partea societății de a găsi soluții pentru marile provocări ale vremurilor noastre.

Reieșind din studiile efectuate concludem că *Știința Deschisă* este o abordare în cercetare care este colaboratoare, transparentă și accesibilă. Știința Deschisă intersectează diverse activități ale procesului de cercetare și poate fi considerată parte a evoluției științei. Aceasta creează modele noi de lucru, legături sociale sau rețele de colaborare noi și conduce la un mod deschis de lucru în știință. Afirmăm că *Știința deschisă* este rezultatul emergent al *e-Științei*.

În Fig. 2.7 este prezentat locul e-Științei și interacțiunea acesteia cu sistemul de cercetare, dezvoltare și inovare, e-Infrastructura și Știința Deschisă.

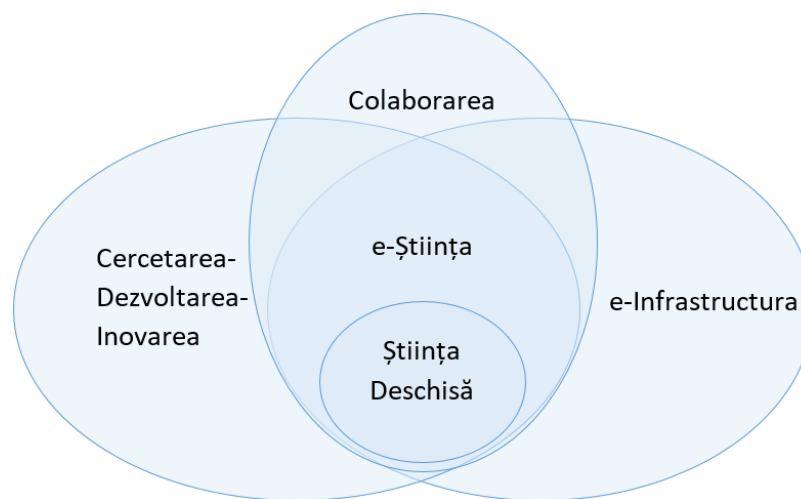


Fig. 2.7. Locul e-Științei, e-Infrastructurii și Științei Deschise în sistemul CDI

Sursa: Elaborat de autor

Din Fig. 2.7 vedem că Știința Deschisă este subsistem al e-Științei, iar e-Știința, la rândul său, este subsistem al sistemului CDI. Pe de altă parte, subsistemul de colaborare științifică și e-Infrastructura interacționează și sunt baă pentru Știința Deschisă și e-Știința. Interacțiunea sinergică și dezvoltarea tuturor subsistemelor este o condiție indispensabilă pentru dezvoltarea întregului sistem CDI.

O analiză a situației în domeniul Științei Deschise în Republica Moldova și a aspectelor acesteia prezentată în mai multe studii (Belei, Costin et al. 2010; Țurcan 2012; Țurcan, Cujba 2017; Cuciureanu, Cojocar et al. 2018; Rusu, Țurcan et al. 2019; Țurcan, Rusu et al 2019) a arătat, că comunitatea științifică din Republica Moldova utilizează pe larg instrumentele oferite de Știința Deschisă și salută această transformare, dar sunt încă rezervați în privința deschiderii propriilor articole sau date de cercetare.

Modul de organizare și desfășurare a cercetării științifice impune modificări esențiale bazate pe cooperare și noi modalități de diseminare a cunoștințelor folosind tehnologii digitale și noi instrumente de colaborare. Noua abordare este determinată de creșterea exponențială a informațiilor și de disponibilitatea tehnologiilor digitale, determinată de globalizarea comunității științifice și de cererea din ce în ce mai mare a societății de a găsi soluții la provocările actuale. Decidenții din CDI și societatea, în ansamblu, au nevoie de acces la informații exacte, cuprinzătoare, credibile și vizibile despre resurse, activități și rezultate științifice (Cujba, Rusu 2018, p. 67).

Totalizând descrierea fenomenului de *e-Știință*, concludem, că *e-Știința* este un model nou de cooperare la nivel global a oamenilor de știință în realizarea cercetărilor științifice, în care e-Infrastructura de cercetare joacă un rol primordial. *e-Știința* este o nouă paradigmă a cercetării științifice. În același timp, *Știința deschisă* este o abordare colaboratoare, transparentă, accesibilă și emergentă a *e-Științei*.

5) Contabilizarea și evaluarea cercetării

Intensificarea contabilizării științei este legată de creșterea importanței managementului și monitorizării științei și, în particular, de eforturile de evaluare a eficacității și calității acesteia.

Pe parcursul ultimelor decenii s-a înregistrat o intensificare remarcabilă a proceselor asociate auditului, evaluării și expertizării, care ne fac să credem că trăim într-o societate bazată pe evaluare. Aceste procese se produc la toate nivelurile din cadrul sistemului de cercetare, dezvoltare și inovare: la nivelul grupului de cercetare se evaluează contribuția fiecărui membru al echipei; la nivel de departament, laborator se caută maximizarea performanței de cercetare; la nivelul instituției scopul evaluării este gestionarea eforturilor generale de cercetare.

Cu referire la Republica Moldova, vom menționa că potrivit unui studiu (Cojocaru, Botnaru et al. 2017), instituțiile din Republica Moldova care efectuează cercetări științifice furnizează date statistice privind rezultatele activității sale Guvernului RM; Ministerului Educației, Culturii și Cercetării; Biroului Național de Statistică; Ministerului Finanțelor; Academiei de Științe a Moldovei, Agenției pentru Cercetare și Dezvoltare (astăzi Agenția Națională pentru Cercetare și Dezvoltare; Consiliului Național pentru Acreditare și Atestare (astăzi Agenția Națională de Asigurare a Calității în Educație și Cercetare); Agenției de Stat pentru Proprietatea Intelectuală. Fiecare dintre aceste autorități solicită organizațiilor din sistemul de cercetare, dezvoltare și inovare date referitoare la indicatorii care îi interesează, în baza unor formulare elaborate pe interior. În urma analizei efectuate de autori ai indicatorilor solicitați de autoritățile sus-menționate s-a identificat că o bună parte dintre aceștia se repetă, chiar dacă sunt formulați diferit (Cojocaru, Botnaru et al. 2017, p. 226). Vom menționa că activitatea de raportare a cercetătorilor, conducătorilor de laboratoare și organizațiilor, dar și alte activități care nu sunt direct legate de procesul de cercetare, reduce timpul dedicat cercetărilor. Și efectul este corespunzător.

Mai mult ca atât, împărtășim părerea lui Simister et al. (2016), conform căreia niciun sistem de evaluare, oricât de minuțios ar fi, nu poate schimba comportamentul cercetătorilor în acel mod care se așteaptă să-l aibă aceștia în urma evaluărilor. Pe de altă parte, evaluarea calitativă a rezultatelor cercetărilor s-a transformat în evaluare cantitativă, iar efectul acesteia este un joc, în care au intrat și îl joacă cercetătorii. Rezultat al acestui joc este raportarea unor realizări artificiale, nereprezentative sau născocite (Abramo, D'Angelo 2011).

Evaluarea exclusiv cantitativă produce unele denaturări în rezultatele evaluării, iar ierarhiile sunt întărite de taxonomia procesului de evaluare în sine, în special prin delimitarea dintre unitățile evaluate.

În Republica Moldova în perioada 2004-2016 a fost utilizat sistemul de evaluare și acreditare a organizațiilor din sfera științei și inovării, proces descris de Marina Pișcenco în teza sa de doctor (Пищенко 2011). Rezultat al acestui sistem de evaluare și acreditare era nu doar accesul diferit la fondurile bugetare pentru organizațiile acreditate, dar și excluderea celor neacreditate din sistem, ceea ce limita accesul sectorului privat la alocațiile guvernamentale destinate activității de cercetare, dezvoltare și inovare.

Astăzi este pusă în discuție o nouă metodologie de evaluare a organizațiilor din domeniile cercetării și inovării conform căreia procesul de evaluare se va finaliza cu clasificarea organizațiilor din domeniile cercetării și inovării pe niveluri de capacitate.

O altă problemă a evaluării exclusiv cantitative constă în faptul că mecanismele de evaluare și gestionare a cercetării încurajează cercetătorii să adopte producerea rezultatelor în stil industrial. Deseori cercetătorii sunt puși în situație să furnizeze rezultate previzibile dar în scurt timp, în schimbul rezultatelor bazate pe cercetări fundamentale, dar obținute pe termen lung.

Vom menționa un moment-cheie. Este greșit să ne imaginăm că contabilizarea științei este forțată de forțe ostile din exterior, chiar dacă încrederea de altădată între instituțiile de cercetare, structurile de administrare a științei și politicul a luat sfârșit. Procesul de evaluare este un proces profund internaționalizat și, în același timp, a fost transferat din zona responsabilității profesionale (sau colegiale) în zona de competență organizațională (sau managerială).

2.3. Sinteza metodelor de evaluare aplicate în sistemul de cercetare, dezvoltare și inovare

Practica de evaluare a cercetării devine tot mai răspândită, scopul de bază fiind finanțarea selectivă a cercetării, stimularea cercetării performante și economic profitabile, reducerea asimetriei informaționale între furnizorii de cunoștințe noi și clienții lor (studenți, companii, administrația publică etc.) și nu în ultimul rând, demonstrarea eficienței investițiilor în cercetare și avantajelor pentru societate. Investițiile în știință, obiectivele puse în fața cercetării științifice și noile nevoi socioeconomice au subliniat importanța evaluării ca instrument de politică în CDI.

Activitățile legate de evaluare în cercetarea științifică acoperă diferite nivele: lucrări științifice, cercetători individuali și proiecte de cercetare (nivel micro); reviste, instituții/subdiviziuni de cercetare și programe (nivel mezo); sectoare de cercetare întregi cum ar fi domeniile de cercetare sau cercetarea universitară/industrială și întregul sistem CDI al unei țări

(nivel macro). Din perspectiva cronologică sau a fazei de activitate evaluarea poate fi ex ante, în derulare (engl. ongoing) sau ex post.

Principalele metode de evaluare includ (Luukkonen-Gronow 1987, p. 208-2014):

- Recenzarea sau evaluarea inter pares (engl. Peer review);
- Intervievarea sau chestionarea;
- Metoda scientometrică (cantitativă), care include și bibliometria literaturii științifice;
- Studii de caz.

O totalizare a acestor metode și aplicările acestora este prezentată în Tabelul 2.1.

Tabelul 2.1. Principalele metode de evaluare aplicate în sistemul CDI

Sfera de evaluare	Recenzarea sau evaluarea inter pares (Peer review)	Intervievarea sau chestionarea	Metoda cantitativă	Studii de caz
Cercetător	Ex post	Ongoing	Ex post	
Proiect CDI	Ex ante	Ongoing, ex post	Ex ante, Ongoing, Ex post	
Program CDI		Ex ante, Ongoing, Ex post		
Politica în CDI		Ongoing		Ongoing
Lucrare științifică	Ex ante, Ex post		Ex post	
Revistă științifică	Ongoing, Ex post	Ongoing, Ex post	Ongoing, Ex post	
Subdiviziune / grup de cercetare / școli științifice		Ongoing, Ex post	Ongoing, Ex post	Ongoing, Ex post
Organizație de cercetare		Ongoing, Ex post	Ongoing, Ex post	Ongoing, Ex post
Organizație finanțatoare	Ongoing, Ex post	Ongoing, Ex post	Ongoing, Ex post	Ongoing, Ex post
Domeniu științific	Ongoing	Ongoing	Ongoing	Ex post
Sector sau ramură de cercetare		Ongoing	Ongoing	Ex post
Sistemul CDI național		Ongoing	Ongoing	Ongoing
Sistemul CDI global		Ongoing	Ongoing	Ongoing

Sursa: Elaborat de autor în baza (Luukkonen-Gronow 1987)

Recenzarea / evaluarea inter pares (Peer review)

Metoda de *Peer review* este tradițională pentru evaluarea calității în știință. În această metodă de evaluare sunt atrași experți care reprezintă comunitatea științifică. Metoda este bazată pe o părere comună a oamenilor de știință la care s-a ajuns de comun acord.

Această metodă este utilizată în evaluarea individuală în cazul nominalizării într-o funcție, pentru obținerea unor premii sau distincții, la conferirea unor titluri științifice și științifico-didactice ș.a. Peer review se mai folosește la evaluarea proiectelor pentru obținerea finanțării (ex

ante) și se utilizează pe larg la evaluarea lucrărilor științifice, în special a articolelor – proces obligatoriu pentru revistele care doresc să-și ridice nivelul și să fie indexate în baze de date internaționale recunoscute. În cazul domeniilor, organizațiilor (subdiviziunilor) și programelor de cercetare evaluare calitativă se face ongoing și ex post.

Utilizarea acestei metode este problematică în cazul necesității de distribuție a finanțării pe domenii, pentru că experții de regulă sunt specialiști într-un anumit domeniu, și, evident lovează domeniul pe care îl reprezintă. Această problemă este mai aparentă pentru domeniile care sunt reprezentate de un număr mai mic de experți, dar care necesită investiții mari în facilități de cercetare.

Metoda Peer review este la fel problematică în evaluarea efectului sau beneficiului social și cultural al cercetării. Evaluarea se efectuează în baza criteriilor interne ale științei, care nu oferă fundament pentru a judeca despre efectele sociale sau culturale. Atunci când evaluarea impactului social și cultural este parte a criteriilor de evaluare a cercetării, în grupul de experți sunt incluși reprezentanți ai mediului non-academic: economiști, funcționari publici, întreprinzători.

Interviarea sau chestionarea

Această metodă se bazează pe acumularea opiniilor de la un grup larg de persoane intervievate, ceea ce exclude problema restricției legate de implicarea în evaluare a unui număr restrâns de experți. Punctul slab al acestei metode constă în faptul, că chestionarele standard conțin un număr stabilit de întrebări de regulă închise, și prin urmare reduc volumul de informații care poate fi obținut. Pe de altă parte, întrebările deschise provoacă problema de prelucrare a unui volum mare de informație nestandardizată. O altă problemă constă în faptul, că chestionarele trebuie să fie planificate și conduse de specialiști în astfel de metode, spre exemplu, cercetătorii sociologi.

Unul din plusurile acestei metode constă în faptul, că interviarea și chestionarea permite examinarea impactului social și cultural al cercetării din punctul de vedere al interviuaților. Mai puțin obiectivă ar fi opinia interviuaților asupra impactului economic. Dacă în grupul interviuaților sunt incluse persoane care reprezintă grupul de beneficiari ai cercetărilor, opiniile acestora vor fi influențate de contractele semnate în derulare, ale căror rezultate încă nu sunt cunoscute și prin urmare nu vor fi obiective.

Metoda de interviare sau chestionare poate fi inițiată în oricare perioadă (ex ante, în derulare sau ex post) și se utilizează de regulă la evaluarea institutelor de cercetare, programelor și politicilor în CDI și chiar a organizațiilor finanțatoare a activității CDI.

Metoda cantitativă (scientometrică)

Această metodă reprezintă de fapt un grup de metode de evaluare bazate pe indicatori cantitativi sau statistici numită și metoda scientometrică. Caracteristica comună a acestora constă în încercarea de a studia elementele evaluate sistematic și elaborarea analizelor și metricilor cantitative pentru evaluare. După cum a fost arătat în § 1.2, în ultimele decenii indicatorii statistici ai științei și tehnologiei sunt elaborați și utilizați în calitate de instrument de bază pentru evaluarea științei.

Deseori metoda cantitativă se încearcă a fi utilizată pentru evaluarea impactului sau beneficiului social al programelor și proiectelor de cercetare sau al întregului sistem CDI. Ideea de bază a analizei cost-beneficiu pentru a studia avantajele și dezavantajele și a trage concluzii cu privire la utilitatea generală a unui proiect este problematică prin faptul că diverși factori cost-beneficiu nu sunt co-măsurabili și nu pot fi evaluați în termeni financiari. Această problemă se referă în special la elementele de ieșire care sunt adesea calitativi prin natura lor și nu satisfac cerințele stabilite prin metoda de analiză cantitativă. În principiu, o valoare cantitativă ar putea fi acordată fiecărui factor, dar acest lucru este destul de subiectiv și nu diferă practic de evaluările mai calitative. O exactitate aparentă, o caracteristică cantitativă poate fi un dezavantaj. Aceeași problemă afectează într-o oarecare măsură metoda cantitativă utilizată pentru măsurarea beneficiului social, deoarece acestea sunt adesea bazate pe presupunerea că nu există alte metode sau date disponibile despre activitățile de cercetare și efectele acestora (Luukkonen-Gronow 1987, p. 213).

În același timp, împărtășim opinia dlui Gheorghe Cuciureanu (2015), potrivit căruia „indicatorii statistici sunt utilizați pentru o mai bună înțelegere a performanțelor și tendințelor sistemelor de CD, deoarece indică schimbările sau furnizează altă informație despre acestea”.

Metodele cantitative bibliometrice sunt de regulă evaluări ex post și sunt utilizate pentru evaluarea lucrărilor și revistelor științifice, proiectelor și programelor CDI, organizațiilor și subdiviziunilor de cercetare, domeniilor și industriei de cercetare, și a sistemului CDI în întregime. Mai multe studii de acest fel au fost elaborate și în Republica Moldova (Țurcan, Cujba 2018; Țurcan, Cujba 2019; Țurcan, Coșuleanu 2019). Evaluarea productivității individuale se face în special prin metode bibliometrice, care trebuie utilizate cu mare precauție. Analiza citărilor, una din metodele de evaluare bibliometrică, poate fi tratată ca o extensie a evaluării Peer review. În acest caz, recenziile sau experții sunt oamenii de știință actuali sau viitori, care fac parte din același domeniu, și care evaluează lucrarea făcând referință la ea în lucrările sale. În același timp, „Părintele” Factorului de impact și al indicelui de citare științific Eugene Garfield (1979) ne-a avertizat că importanța indicatorilor de citare este diferită în diverse domenii ale științei și nu pot fi utilizați în calitate de unic criteriu de evaluare a calității instituțiilor de cercetare și/sau cercetătorilor

individuali. Acești indicatori pot contribui la dezvoltarea bazei pentru o expertiză înțeleaptă, pe când utilizarea neinformată și necritică a datelor cantitative poate fi destul de dăunătoare pentru progresul cercetării și cariera individuală a cercetătorului.

Indicatorii cantitativi nu formează un sistem consecvent de măsurări și nici nu provin dintr-o tradiție uniformă de cercetare. Pe de o parte, aceștia se bazează pe teoriile privind invenția, inovația, schimbările tehnice și competițiile internaționale și includ indicatorii de inovare, brevete, comerț cu tehnologie înaltă și creșterea productivității. Pe de altă parte, se bazează pe tradiția cercetării științifice și a politicii științifice (în care știința este considerată un fenomen social) și folosesc indicatori bibliometrici.

Studiile de caz

De regulă studiul de caz este evaluarea retrospectivă a originii unei cercetări sau inovații tehnologice importante sau aprecierea cercetării de caz din trecut, cum ar fi cercetările unui grup sau ale unei școli științifice. Această metodă se utilizează deseori în contextul descrierii istoriei științei.

Evaluarea nu este o tendință la „modă”, dar un instrument al politicii științei care a ajuns să devină unul necesar. Această necesitate este dirijată de costurile în creștere și scopul activităților de cercetare științifică și importanța tot mai mare a contabilității de utilizare a fondurilor publice. Evaluările inițiate din exteriorul comunității științifice și care acoperă un spectru larg de activități reprezintă o caracteristică nouă a cercetării-dezvoltării-inovării care întâmpină rezistență din partea oamenilor de știință.

Nu există un set standard de metode de evaluare care ar putea fi folosit în toate cazurile, dar toate evaluările trebuie pregătite și făcute cu mare atenție, iar metodele trebuie selectate în funcție de scop.

O condiție prealabilă importantă pentru utilizarea evaluărilor este realizarea unui mecanism adecvat de reacție inversă pozitivă din partea comunității științifice. În caz contrar, rezistența instituțională față de schimbări poate împiedica orice reformă în structura sistemelor CDI și în alocarea resurselor.

2.4. Principii de organizare a sistemelor CDI și clasificarea acestora din punct de vedere al resurselor și implicării sectorului privat în activitățile CDI

Pentru identificarea unor principii și practici bune de organizare a sistemelor de cercetare, dezvoltare și inovare am efectuat o analiză a unui șir de sisteme naționale de cercetare, dezvoltare și inovare prin prisma principalelor acte legislative și normative, actorilor de bază și principiilor de finanțare.

Sistemul CDI în Canada

Principalele acte legislative și normative

Recunoscând rolul central pe care știința îl joacă în societate, în mai 2007 Guvernul Canadei a lansat strategia în domeniul științei și inovării cu următorul generic: *Mobilizarea științei și tehnologiei în avantajul Canadei* (engl. *Mobilizing Science and Technology to Canada's Advantage*). Prin această strategie Canada și-a propus să devină lider în cercetare și inovare. De atunci Canada a înregistrat un progres semnificativ în domeniul CDI, promovând antreprenorialul și afacerile noi. Guvernul federal a investit zeci de miliarde de dolari pentru suportul cercetărilor fundamentale și aplicative, dezvoltarea talentelor și infrastructura CDI.

În 2014 strategia în domeniul științei și inovării a fost actualizată sub titlul *Profitarea de moment a Canadei: înaintarea spre știință, tehnologie și inovare 2014* (engl. *Seizing Canada's Moment: Moving Forward in Science, Technology and Innovation 2014*). Spre deosebire de strategia precedentă care stabilea 2 piloni de bază: Oameni și Cunoștințe, Strategia actualizată include și al treilea pilon – inovarea. Strategia stabilește 5 priorități în care Canada demonstrează capacități și leadership la nivel global: sănătatea și științele vieții; resursele naturale și energia; TIC; mediu și agricultura; industria avansată.

Actorii de bază

Ministerul Inovațiilor, Științei și Industriei promovează politicile în domeniu prin intermediul Departamentului pentru Inovare, Știință și Dezvoltare Economică.

O altă structură cu responsabilități de coordonare a cercetării este Comitetul de coordonare a cercetării din Canada (engl. Canada Research Coordinating Committee – CRCC), creat în 2017 pentru a îmbunătăți eforturile de coordonare ale cele trei agenții de finanțare a cercetării din Canada: Consiliul de Cercetare în Științe Sociale și Umaniste din Canada (engl. The Social Sciences and Humanities Research Council of Canada); Consiliul de Cercetare în Științe Naturale și Inginerie din Canada (engl. Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada); Institutele Canadiene de Cercetări în Sănătate (engl. The Canadian Institutes of Health Research) cu Fundația pentru Inovare din Canada (<https://www.canada.ca/en/research-coordinating-committee.html>). CRCC are mandatul de a realiza o mai mare armonizare, integrare și coordonare a programelor și politicilor legate de cercetare și de a aborda probleme de interes comun pentru agențiile de finanțare și Fundația pentru Inovare din Canada.

Activitățile de cercetare-dezvoltare-inovare sunt efectuate de peste 300 de centre și institute de cercetare științifică, peste 50 de universități, precum și de companii private. În 2018 în

lucrările CDI au fost implicați 159 mii cercetători, echivalent norma întreagă (ENÎ) sau 4326 cercetători ENÎ per un milion populație.

Principii de finanțare

Finanțarea activităților CDI este efectuată de guvern, regiuni, provincii și mediu de afaceri. Finanțarea cercetării-dezvoltării la nivel guvernamental și regional se face în 8 direcții științifice mari: Mediul ambiant; Științele sociale și umaniste; Cercetări aerospațiale, apărare și securitate; Cercetări polare; Sănătate; Științe naturale și ingineresti; Energie; Cercetări în domeniul geneticai.

Canada oferă un șir de instrumente pentru finanțarea lucrărilor CDI în mediul de afaceri, fondurile fiind alocate de 12 agenții guvernamentale sau regionale.

În Canada este aprobat Programul de stimulare fiscală pentru cercetarea științifică și dezvoltarea experimentală. Conform acestui program, companiile care investesc în cercetare și dezvoltare pot aplica pentru obținerea facilităților fiscale indiferent de mărimea, sectorul industrial sau domeniul de activitate al companiei.¹ De facilități fiscale pot beneficia: cheltuielile contractate pentru efectuarea activităților de cercetare-dezvoltare, efectuate din numele reclamantului; salariile personalului angajat direct în activități de cercetare-dezvoltare; cheltuielile generale (overheads) și materiale ș.a. Aceste facilități sunt considerate unele din cele mai generoase din țările industrial dezvoltate.

Guvernul Canadei a alocat peste 10 miliarde dolari în perioada 2016-2019 pentru știință și cercetare, aceasta fiind cea mai mare investiție în cercetarea fundamentală din istoria Canadei (Innovation, Science and Economic Development Canada 2019).

În anul 2018 cheltuielile interne brute pentru cercetare și dezvoltare în Statele Unite au constituit 1,56% din PIB sau 29 003 milioane dolari (în PPC\$ actuale). Finanțarea CDI a fost efectuată din următoarele surse: Mediul de afaceri – 41,1%; Guvern – 33,1%; Învățământul superior – 11,1%; Surse din exterior – 9,3%; Alte surse – 5,4%.

După sectorul de efectuare a lucrărilor de cercetare și dezvoltare, cheltuielile interne brute au fost distribuite în următorul fel: Mediul de afaceri – 50,9%; Guvern – 6,9%; Învățământul superior – 41,7%, Alte sectoare – 0,5%.

Sistemul CDI în Cehia

O evaluare a Politicii Naționale pentru CDI a Republicii Cehe pentru perioada 2009-2015 a arătat că sistemul de management și finanțare a cercetării, dezvoltării și inovării este fragmentat, mecanismele existente de coordonare lipsesc sau funcționează slab, ceea ce împiedică cooperarea

¹ <https://www.international.gc.ca/investors-investisseurs/assets/pdfs/download/factsheet-rd.pdf>

eficientă între membrii individuali ai sistemului. În acest context, începând cu anul 2016, Republica Cehă a aprobat mai multe documente de politici sau strategii, scopul cărora este îmbunătățirea managementului sistemului de cercetare, dezvoltare și inovare; introducerea procedurii de evaluare a organizațiilor de cercetare pentru o finanțare instituțională mai eficientă; consolidarea activităților de cercetare și inovare a întreprinderilor.

Principalele acte legislative și normative

*Politica Națională pentru Cercetare, Dezvoltare și Inovare pentru anii 2016-2020*². Scopul Politicii constă în asigurarea dezvoltării atât a cercetărilor fundamentale, cercetărilor aplicative și de dezvoltare experimentală, și utilizarea coerenței și sinergiei dintre acestea pentru asigurarea dezvoltării economice, culturale și sociale a Republicii Cehe. Un accent special este pus pe cercetările aplicative pentru rezolvarea necesităților-cheie economice și administrative ale țării: Managementul sistemului CDI; Sectorul public CDI; Colaborarea dintre sectoarele CDI privat și public; Inovarea în întreprinderi; Provocările pentru CDI.

*Strategia Națională de Cercetare și Inovare pentru Specializarea Inteligentă a Republicii Cehe*³ aprobată în 2016 are drept scop direcționarea eficientă a fondurilor europene, naționale, regionale și private către activitățile care conduc la consolidarea capacităților de cercetare și inovare și la domeniile prioritare, pentru a utiliza pe deplin potențialul de cunoaștere la nivel național și regional, promovând o reducere a șomajului și consolidarea competitivității economiei.

*Strategia de inovare a Republicii Cehe pentru anii 2019-2030*⁴. Scopul Strategiei este ca Republica Cehă să devină lider în inovații în Europa și promovează sloganul „Republica Cehă – Țară pentru Viitor”. Pentru a atinge acest scop, au fost stabiliți 9 piloni strategici: Țara pentru cercetare și dezvoltare: finanțarea și evaluarea cercetării și dezvoltării; Țara pentru tehnologie: educație politehnică; Țara pentru start-up-uri: mediu național de start-up și spin-off; Țara pentru digitalizare: stat digital, producție și servicii; Țara pentru excelență: centre de inovare și cercetare; Țara pentru investiții: investiții inteligente; Țara brevetelor: protecția proprietății intelectuale; Țara infrastructurii inteligente: mobilitate și mediu de construcție; Țara pentru oamenii inteligenți: marketing inteligent.

Actorii de bază

Consiliul pentru Cercetare, Dezvoltare și Inovare este principalul organ consultativ al Guvernului în domeniul CDI și este condus de prim-ministru și susținut administrativ de Biroul

² http://www.czech-research.com/wp-content/uploads/2016/09/NRDIP_2016-2020_eng.pdf

³ <https://www.mpo.cz/assets/en/business/ris3-strategy/2018/6/National-RIS3-strategy-approved-by-the-government-July-2016.pdf>

⁴ <https://www.businessinfo.cz/app/content/files/engdocs/innovation-strategy-czech-republic-the-country-for-the-future-2019-2030.pdf>

Guvernului pentru Știință, Cercetare și Inovații. Consiliul pentru CDI este responsabil pentru finanțarea și evaluarea sistemului CDI.

Ministerul Educației, Tineretului și Sportului este autoritatea administrativă centrală pentru C&D în sectorul public, finanțează instituțiile de învățământ superior și „infrastructurile mari de cercetare”, promovează colaborarea internațională în C&D.

Ministerul Industriei și Comerțului este responsabil pentru politicile în domeniul CDI în sectorul privat.

Agenția Tehnologică a Republicii Cehe oferă finanțare pe bază competitivă pentru cercetarea aplicativă, dezvoltare experimentală și inovare.

Fundația Cehă pentru Știință oferă finanțare pe bază competitivă pentru cercetarea fundamentală.

Academia de Științe Cehă (AȘC) este formată din 54 de institute de cercetare publice independente. AȘC este un furnizor important de finanțare și cel mai important actor în realizarea cercetării.

Sectorul de cercetare universitar este format din 26 de instituții publice de învățământ superior, 2 instituții de stat și 44 private. Consiliul instituțiilor de învățământ superior și Consiliul rectorilor coordonează și reprezintă sectorul instituțiilor de învățământ superior în interacțiunile cu guvernul și alte părți interesate.

În 2018 în lucrările de CDI au fost implicați 41 mii de cercetători, echivalent norma întreagă (ENÎ) sau 3863 de cercetători ENÎ per un milion populație.

Principii de finanțare

Strategia de Inovare a Republicii Cehe pentru 2019-2030 stabilește creșterea cheltuielilor pentru CDI până la 2,5% din PIB în 2025 și până la 3% din PIB în 2030, din care 1% din surse publice, iar 1,5% în 2025 și 2% în 2030 din sectorul privat.

Organizațiile de cercetare sunt finanțate atât instituțional, cât și prin concurs. Finanțarea instituțională se realizează prin Ministerul Educației, Tineretului și Sportului (universitățile) și Academia de Științe Cehă (instituțiile academice), iar finanțarea prin concursuri de proiecte/granturi - prin Agenția Tehnologică a Republicii Cehe, Fundația Cehă pentru Știință, fonduri/granturi europene ș.a.

Volumul finanțării instituționale este stabilit în funcție de categoria organizației (A - excelent, B – foarte bună, C – medie, D – mai jos de medie) atribuită în urma evaluării organizației. Evaluarea CDI se efectuează în baza Metodologiei de evaluare a organizațiilor de cercetare și a

programele de suport direcționate în CDI⁵ aprobată în 2017. Instrumentele de bază utilizate pentru evaluare sunt 1) analiza bibliometrică; 2) expertizarea/recenzarea la distanță.

În anul 2018 cheltuielile interne brute pentru cercetare și dezvoltare au constituit 1.93% din PIB sau 8286,9 milioane dolari (în PPC\$ actuale). Finanțarea CDI a fost efectuată din următoarele surse: Mediul de afaceri – 33,0%; Guvern – 34,1; Învățământul superior – 1,0%; Finanțarea externă - 31,8%; Alte surse – 0,1%.

După sectorul de efectuare a lucrărilor de cercetare și dezvoltare, cheltuielile interne brute au fost distribuite în următorul fel: Mediul de afaceri – 62%; Guvern – 16,4%; Învățământul superior – 21,5%; Alte sectoare – 0,1%.

În 2018 în lucrările CDI au fost implicați 433 mii de cercetători, echivalent norma întreagă (ENÎ) sau 5212 cercetători ENÎ per un milion populație.

Sistemul CDI în Germania

Sistemul CDI în Germania se caracterizează printr-o infrastructură bine dezvoltată, o mare varietate de discipline, facilități de cercetare bine echipate și personal competent. Germania are un sistem puternic de sprijinire a cercetării și finanțează nu doar infrastructura și instituțiile, ci și, în special, oferă sprijin pentru cercetările de perspectivă din universități și întreprinderile de cercetare, pentru cooperarea dintre industrie și știință și pentru inițiativa inovatoare de afaceri.

Principalele acte legislative și normative

*Strategia Guvernamentală de internaționalizare în educație, știință și cercetare*⁶, aprobată în 2017, stabilește baza pentru activitățile de creare a rețelei internaționale mai puternice, axându-se pe următoarele 5 domenii țintă: 1) Consolidarea excelenței prin cooperare globală; 2) Dezvoltarea capacității de inovare a Germaniei la nivel internațional; 3) Extinderea formării și calificării profesionale la nivel internațional; 4) Colaborarea cu economiile emergente și țările în curs de dezvoltare în conturarea societății globale a cunoașterii; 5) Depășirea împreună a provocărilor globale.

*Strategia High-Tech 2025*⁷ aprobată în 2020 își propune să transforme rezultatele cercetării în produse și servicii calitative pentru necesitățile cetățenilor și este axată pe 3 direcții de bază: 1) Abordarea marilor provocări (componente: Sănătate și îngrijire; Sustenabilitate, protecția climei și energia; Mobilitate; Mediul Urban și Rural; Siguranță și securitate; Economie și munca 4.0.); 2) Dezvoltarea viitoarelor competențe ale Germaniei (componente: Baza tehnologică; Baza

⁵ <https://www.vyzkum.cz/FrontClanek.aspx?idsekce=695512&ad=1&attid=881522>

⁶ https://www.bmbf.de/upload_filestore/pub/Internationalisation_Strategy.pdf

⁷ https://www.bmbf.de/upload_filestore/pub/Research_and_innovation_that_benefit_the_people.pdf

competențelor; Participarea societală); 3) Edificarea unei culturi deschise de inovare (componente: punerea în aplicare a cunoștințelor; Consolidarea spiritului antreprenorial; Utilizarea rețelelor de cunoștințe și inovare).

*Pactul pentru Cercetare și Inovare IV*⁸ (2021 – 2030), aprobat în 2020. Obiectivul cheie al Pactului constă în continuarea condițiilor optime pentru organizațiile CDI finanțate în comun și dezvoltarea în continuare a sistemului științific. Principalele obiective ale politicii de cercetare ale pactului sunt: Promovarea dezvoltării dinamice; Consolidarea transferului în afaceri și societate; Consolidarea rețelei CDI; Atragerea și reținerea celor mai bune „creiere”; Consolidarea infrastructurilor pentru cercetare.

Actorii de bază

De gestionarea sistemului CDI este responsabil Guvernul Federal și 16 landuri (Länder). La nivel federal, cercetarea și inovarea este gestionată în mare parte de *Ministerul Federal pentru Educație și Cercetare*. *Ministerul Economiei și Energiei* este implicat în unele domenii ale politicii de inovare și tehnologie. Landurile finanțează universitățile aflate pe teritoriul acestora. După revizuirea în 2015 a art. 91b din Legea de Bază a Germaniei, Guvernul Federal și landurile pot colabora pentru o finanțare la scară mai mare a științei, cercetării și educației.

Sistemul universitar din Germania este compus din circa 400 de instituții. Sistemul de cercetare non-universitar este reprezentat de 40 de instituții de cercetare federale, peste 160 de instituții de cercetare la nivel de landuri, 11 Academii de Științe, instituții de cercetare care activează sub egida unor societăți, asociații sau clustere cum ar fi Societatea Fraunhofer (72 de instituții), Asociația Helmholtz (19 instituții), Asociația Leibniz (90 de instituții), Societatea Max Planck (86 de instituții), Asociații industriale de cercetare, Companii private, Rețele și Clustere de cercetare.

În 2018 în lucrările CDI au fost implicați 433 mii de cercetători, echivalent norma întreagă (ENÎ) sau 5212 cercetători ENÎ per un milion populație.

Principii de finanțare

Diversitatea sistemului de cercetare german se reflectă și în formele de finanțare a acestuia. Așa-numitul sector de finanțare a CDI este format din guvern, industrie, fundații și organizații private non-profit, precum și donatori străini, care includ, în primul rând, Uniunea Europeană. Instituțiile de învățământ superior, instituțiile guvernamentale (adică organizațiile de cercetare-dezvoltare finanțate public), întreprinderile comerciale și organizațiile private non-profit sunt

⁸ <https://www.bmbf.de/de/pakt-fuer-forschung-und-innovation-546.html#accordion-content-1>

finanțate nu doar de guvern, ci și de fonduri terțe din industrie sau fonduri din străinătate. În schimb, cercetarea privată din industrie poate primi, de asemenea, un anumit procent de finanțare publică.

Finanțarea publică a activităților CDI se efectuează prin intermediul diverselor fundații sau organizații, cele mai mari fiind Fundația Germană de Cercetare (germ. Deutsche Forschungsgemeinschaft - DFG), Fundația Alexander von Humboldt, Serviciul German de Schimb Academic (germ. Deutscher Akademischer Austauschdienst – DAAD), sarcina principală a cărora constă în selectarea și finanțarea celor mai bune proiecte de cercetare realizate de oamenii de știință și tineri cercetători. Pe lângă aceste mari organizații, există multe alte organisme publice și private care oferă sprijin financiar pentru știință și inovare. Organismele finanțatoare obțin fonduri de la Guvernul Federal și 16 Landuri ale țării. Finanțarea instituțională acoperă peste 1000 de instituții de cercetare non-universitare și 240 de instituții de învățământ superior, precum și Fundația Germană de Cercetare.

Industria gestionează propriile institute de cercetare în domenii specifice și cooperează cu instituțiile publice prin diferite metode. Pe lângă aceasta, companiile germane investesc foarte multe resurse financiare în dezvoltarea talentelor academice, în special prin finanțarea de programe de studii duale și stagii. Fondurile private pentru CDI sunt alocate prin intermediul Federației Germane a Asociațiilor Industriale de Cercetare (germ. Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen – AiF), companiilor, altor actori din domeniu.

Finanțarea prin concurs este organizată prin programe pe domenii concrete. De acest tip de finanțare beneficiază nu doar universitățile și instituțiile de cercetare publice, dar și sectorul privat.

Pactul pentru Cercetare și Inovare IV (2021 – 2030) prevede creșterea cheltuielilor bugetului pentru CDI cu 3% anual. În 10 ani, aproximativ 17 miliarde de euro din fonduri suplimentare vor fi puse la dispoziție pentru CDI.

Capitalul de risc (engl. Venture capital) și Capitalul privat (engl. Private equity) sunt alte două fonduri utilizate pe larg în Germania pentru susținerea inovațiilor. În ianuarie 2020 a intrat în vigoare Actul German privind Stimulentele Fiscale în Cercetare și Dezvoltare⁹. În temeiul acestui act, companiile și antreprenorii care realizează activități de cercetare și dezvoltare pot solicita subvenții de până la 25%, dar nu mai mult de 500 mii Euro. Subvențiile respective sunt eligibile imediat după anul de afaceri în care a fost efectuată activitatea și vor fi creditate pentru următoarea obligație de plată a impozitului.

⁹ <https://www.klgates.com/German-Act-on-Tax-Incentives-for-Research-and-Development-FZulG-in-Force-02-11-2020>

În anul 2018 cheltuielile interne brute pentru cercetare și dezvoltare în Germania au constituit 3,1% din PIB sau 141433,5 milioane dolari (în PPC\$ actuale). Finanțarea CDI a fost efectuată din următoarele surse: Mediul de afaceri – 66,3%; Guvern – 27,7%; Finanțarea externă – 5,8%; Alte surse – 0,3%.

După sectorul de efectuare a lucrărilor de cercetare și dezvoltare, cheltuielile interne brute au fost distribuite în următorul fel: Mediul de afaceri – 68,8%; Guvern – 13,5%; Învățământul superior – 17,7%.

Sistemul CDI în Japonia

Sistemul CDI japonez este recunoscut ca un sistem de cercetare și inovare de vârf, care tinde să pună accentul pe inovația incrementală, mai degrabă decât pe inovația revoluționară. Japonia se caracterizează prin structuri de cercetare din sectorul public și privat foarte dezvoltate, o cooperare tehnologică internațională puternică și cooperări tehnologice substanțiale la nivel regional, care sunt susținute în mod substanțial prin măsuri politice.

Principalele acte legislative și normative

În aprilie 2016 Japonia a lansat al 5-lea Plan de Bază în domeniul Științei și Tehnologiei abordând conceptul „Society 5.0”. Scopul acestui Plan constă în crearea unei societăți în care provocările societale sunt rezolvate prin incorporarea inovațiilor revoluției industriale 5. În acest fel societatea viitorului va fi una în care valorile și serviciile noi vor fi create continuu, făcând, astfel, viața oamenilor mai confortabilă și mai durabilă. Acest plan prevede atingerea a 4 obiective principale: 1) Investițiile guvernamentale pentru cercetare-dezvoltare să crească până la 1% din PIB. 2) Investițiile private și publice pentru cercetare-dezvoltare să crească până la 4% din PIB. 3) Investițiile guvernamentale pentru cercetare-dezvoltare să fie de 26 trilioane yeni niponi pentru 5 ani. 4) Investirea principiului „Society 5.0”: integrarea spațiului cibernetic cu cel fizic utilizând Inteligența artificială, IoT, Robotica și Big Data.

Pentru consolidarea cercetării fundamentale o atenție deosebită este acordată sprijinului tinerilor cercetători prin oferirea burselor și măsurilor conexe.

Actorii de bază

Ministerul Educației, Culturii, Sportului, Științei și Tehnologiei (MEXT) este responsabilă pentru politica guvernamentală în domeniul științei, tehnologiei și inovației, de la cercetarea fundamentală la universități până la proiecte de proporții mari de cercetare cum ar fi exploatarea spațiului și dezvoltarea energiei nucleare.

Pe lângă prim-ministrul nipon activează Consiliul pentru Știință, Tehnologie și Inovație (engl. Council for S&T Innovation – CSTI). Printre obligațiunile CSTI se numără: 1) Investigarea

și deliberarea politicii de bază în domeniul științei și tehnologiei; 2) Investigarea și deliberarea politicii privind alocațiile financiare pentru știință și tehnologie și resurse umane; 3) Evaluarea cercetării-dezvoltării naționale.

Agenția Japoneză pentru Știință și Tehnologie (engl. Japan Science and Technology Agency - JST) este organizația națională responsabilă de implementarea politicii în CDI și joacă rolul central în Planul de Bază al Japoniei în domeniul Științei și Tehnologiei (engl. Japan's Science and Technology Basic Plan), care este revăzut la fiecare 5 ani. JST finanțează cercetarea fundamentală, comercializarea tehnologiilor noi, distribuția informațiilor științifice și tehnologice, promovează cercetarea internațională și încurajează resursele umane de nouă generație (next-generation) (<https://www.jst.go.jp/EN/>).

În calitate de instituție afiliată a JST operează Centrul pentru Strategia Cercetării și Dezvoltării (Center for Research and Development Strategy – CRDS). CRDS realizează independent investigații și analize și face propuneri pentru îmbunătățirea politicii în domeniul științei, tehnologiei și inovării.

Activitățile CDI sunt realizate de sectorul academic (universități și organizații de cercetare publice), sectorul industrial (întreprinderile private și start-up-urile) și sectorul guvernamental (entitățile publice locale).

În țară activează 779 de universități, din care 86 naționale, 89 publice și 604 private. Universitățile naționale sunt clasificate în trei categorii: Nivel mondial; Specializate într-un anumit domeniu; Contribuabilă la economia locală.

În 2018 în lucrările CDI au fost implicați 678 mii de cercetători, echivalent norma întreagă (ENÎ) sau 5331 de cercetători ENÎ per un milion populație.

Principii de finanțare

Finanțarea cercetării-dezvoltării-inovării în Japonia se face prin intermediul mai multor agenții cum ar fi: Agenția Japoneză pentru Știință și Tehnologie, Agenția Japoneză pentru Cercetarea și Dezvoltarea în domeniul Medicinii, Societatea Japoneză de Promovare a Științei.

Proiectele de cercetare-dezvoltare-inovare sunt structurate în trei direcții: Cercetarea strategică fundamentală; Colaborarea Industrie-Academie și Transferul Tehnologic; Colaborarea Internațională.

În Japonia se practică pe larg investițiile de tip Capital de risc (engl. Venture Capital – VC) și de tip Capital privat (engl. Private equity - PE). O bună parte din cheltuielile pentru CDI sunt investiții de gen VC sau PE. Investitorii individuali care investesc în companii start-up pot beneficia de facilități fiscale speciale. În momentul investiției, suma investită în companiile start-

up poate fi dedusă din venitul impozabil (cu un plafon de 40% din venitul impozabil sau 10 milioane JPY) sau dedusă din câștigurile de capital suportate de vânzările altor acțiuni.

În anul 2018 cheltuielile interne brute pentru cercetare și dezvoltare în Japonia au constituit 3,28% din PIB sau 171293,55 milioane de dolari (în PPC\$ actuale). Finanțarea CDI a fost efectuată din următoarele surse: Mediul de afaceri – 79,1%; Guvern – 14,6; Învățământul superior – 5,1% Finanțarea externă – 0,6%; Alte surse – 0,6%.

După sectorul de efectuare a lucrărilor de cercetare și dezvoltare, cheltuielile interne brute au fost distribuite în următorul fel: Mediul de afaceri – 79,4%; Guvern – 7,8%; Învățământul superior – 11,6%, Alte sectoare – 1,1%.

Sistemul CDI în Republica Coreea

Evoluția științifică și tehnologică în Republica Coreea sau Coreea de Sud necesită o atenție deosebită. Dacă la sfârșitul anilor 60 ai secolului XX Republica Coreea era considerată ca o țară săracă, cu un produs intern brut per locuitor relativ scăzut, peste 30 de ani acest stat s-a transformat într-o veritabilă putere industrială. Una din cheile succesului a constat în faptul că învățământul și știința au fost considerate ca probleme de interes național și lor li s-a acordat o atenție deosebită iar Sistemul Național de Inovare joacă un rol-cheie în dezvoltarea economiei naționale. Sistemul Național de Inovare din Coreea de Sud este bazat pe modelul clusterelor de inovare, care sunt organizate în anumite domenii în cadrul cărora interacționează economia și actorii din inovare. Circa 80% din activitățile CDI sunt concentrate în TIC și automobile

Principalele acte legislative și normative

Actul Cadru în Știință și Tehnologie modificat esențial în 2014¹⁰ este principalul act legislativ în domeniu, scopul căruia este armonizarea inovării științifice și tehnologice cu mediul natural și valorile etice sociale, să devină forță motrice a dezvoltării economiei și societății.

Un alt document important modificat la fel în 2014¹¹ este *Actul privind instituirea, funcționarea și consolidarea instituțiilor științifice și tehnologice finanțate de Guvern*, care stipulează că fiecare institut de cercetare guvernamental și Consiliul Național de Cercetare în Știință și Tehnologie sunt o corporație. Conform acestui Act, directorii de institute obțin mai multă autonomie, dar și mai multe responsabilități și obligațiuni.

¹⁰

<https://www.law.go.kr/lsInfoP.do?lsiSeq=165472&lsId=009177&chrClsCd=010202&urlMode=engLsInfoR&viewCIs=engLsInfoR#0000>

¹¹

<https://www.law.go.kr/lsInfoP.do?lsiSeq=165473&lsId=009761&chrClsCd=010202&urlMode=engLsInfoR&viewCIs=engLsInfoR#0000>

Alte acte normative în domeniu includ Strategia Națională pentru Inteligență Artificială, Strategia 5G+ pentru Creșterea Inovativă, Planul cadru pentru societatea informațională inteligentă.

Actorii de bază

Ministerul Științei și Tehnologiilor Informaționale și de Comunicare este autoritatea centrală responsabilă pentru politica în domeniul CDI și TIC. Ministerul își propune să reformeze reglementările și sistemele pentru noi industrii, cum ar fi inteligența artificială și biotehnologia.

Principala structură cu responsabilități naționale de sprijin și finanțare în domeniul cercetării științifice este Fundația Națională pentru Cercetare din Coreea (engl. National Research Foundation of Korea –NRF), creată în 2009 prin fuziunea a trei instituții: Fundația Coreeană pentru Cercetare și Inginerie (engl. Korea Science and Engineering Foundation – KOSEF), Fundația Coreeană pentru Cercetare (engl. Korea Research Foundation – KRF) și Fundația Coreeană pentru Cooperarea Internațională a Cercetării și Tehnologiei (engl. Korea Foundation for International Cooperation of Science and Technology – KICOS).

Principalele activități ale NRF sunt:

- Sprijin pentru activități de cercetare și dezvoltare academică;
- Sprijin pentru cultivarea și utilizarea cercetătorilor în cercetarea și dezvoltarea academică;
- Promovarea cooperării internaționale pentru activități de cercetare și dezvoltare academică;
- Sprijin pentru colectarea, investigarea, analiza, evaluarea, gestionarea și utilizarea materialelor și informațiilor necesare cercetării și dezvoltării academice și formulării politicilor conexe;
- Sprijin pentru cercetarea și funcționarea organizațiilor legate de cercetarea și dezvoltarea academică;
- Sprijin pentru schimbul și cooperarea între organizațiile interne și de peste mări legate de cercetarea și dezvoltarea academică;
- Alte aspecte necesare cercetării și dezvoltării academice.

Activitatea CDI este realizată de universități, instituții de cercetare guvernamentale și industrie.

În 2018 în lucrările CDI au fost implicați 408 mii de cercetători, echivalent norma întregă (ENÎ) sau 7980 de cercetători ENÎ per un milion populație.

Principii de finanțare

În prezent în Coreea de Sud este implementat sistemul de finanțare a CDI bazat pe competiție. Activitățile CDI se realizează în cadrul Programelor de CD fundamentală; Programelor ale Științei Mari (Big Science Programs); Programelor pentru dezvoltarea resurselor umane și altele.

În Coreea de Sud accentul se pune pe parteneriate în CDI. Pentru promovarea parteneriatului public/privat, au fost implementate următoarele măsuri:

- Promovarea programelor de studii superioare comune Industrie-Universitate;
- Partajarea facilităților de cercetare între industrie, universitate și instituțiile de cercetare guvernamentale (ICG);
- Promovarea proiectelor comune Industrie-Universitate-ICG, Consorțiile regionale pentru colaborarea Industrie-Universitate-ICG etc.;

Pentru promovarea și menținerea climatului investițional în CDI Republica Coreea a introdus următoarele facilități:

- Deducerea impozitului pe profit de 50% din creșterea investițiilor în cercetare și dezvoltare și dezvoltarea resurselor umane (DRU) pentru investițiile medii anuale din ultimii patru ani sau 5% din cheltuielile curente în aceleași scopuri (15% pentru IMM-uri).
- Deducerea impozitului pe profit de 5% din investiția totală în echipamente și instalații pentru cercetare și dezvoltare și / sau DRU.
- Scutirea de impozitul pe venitul corporativ sau personal pe veniturile provenite din transferul dreptului de proprietate intelectuală (DPI).
- Deducerea taxei speciale de consum pentru produsele noi pe baza cercetării și dezvoltării interne.
- Scutirea impozitului pe venit pentru oamenii de știință și inginerii străini angajați în cercetare și dezvoltare.
- Credit fiscal pentru donațiile către instituțiile de cercetare guvernamentale.
- Scutirea de impozit pe veniturile redevențelor provenite din invențiile la locul de muncă.
- Subvenție directă pentru cercetare și dezvoltare pentru IMM-uri în limita a 100 milioane KWR sau 75% din investiția totală.
- Oferirea persoanelor fizice sau IMM-urilor a unor idei sau tehnologii noi cu un sprijin financiar maxim de 100 milioane KWR per proiect, fie pentru producerea unor mostre, fie pentru comercializarea noilor tehnologii.

În anul 2018 cheltuielile interne brute pentru cercetare și dezvoltare în Coreea au constituit 4,56% din PIB sau 98 451,3 milioane de dolari (în PPC\$ actuale). Finanțarea CDI a fost efectuată din următoarele surse: Mediul de afaceri – 76,6%; Guvern – 20,5; Învățământul superior – 0,6%; Surse din exterior – 1,9%; Alte surse – 0,4%.

După sectorul de efectuare a lucrărilor de cercetare și dezvoltare, cheltuielile interne brute au fost distribuite în următorul fel: Mediul de afaceri – 80,3%; Guvern – 10,1%; Învățământul superior – 8,2%, Alte sectoare – 1,4%.

Sistemul CDI în România

În ultimul deceniu sistemul de cercetare-dezvoltare-inovare din România a trecut prin mai multe schimbări și reforme. Fiind conceput ca un sistem de tip sovietic, acesta a început tranziția la un sistem de tip occidental abia la intersecția mileniilor.

Principalele acte legislative și normative

Cercetarea-dezvoltarea și inovarea se reglementează prin Strategia națională de cercetare, dezvoltare și inovare 2014 – 2020, aprobată în 2014 și modificată în 2017¹². Trei piloni de bază, pe care se sprijină principiile de acțiuni ale Strategiei sunt: 1) Afirmare la nivel regional, afirmare la nivel global: firmele devin operatori-cheie ai inovării; 2) Excelență prin internaționalizare: sectorul CDI ca spațiu de oportunitate; 3) „Leadership” regional la frontiera științei și în tehnologie: străpungeri în domenii strategice.

Strategia se realizează în baza Planului național de cercetare-dezvoltare și inovare pentru perioada 2015 – 2020¹³ (PNCDI III), Programului operațional „Competitivitate”, Planurilor de cercetare ale autorităților publice centrale (Planuri sectoriale) și altor planuri, programe și proiecte de cercetare.

PNCDI reprezintă instrumentul principal prin care se asigură: a) Coordonarea, corelarea și realizarea politicilor naționale în domeniul cercetării-dezvoltării și cunoașterii; b) Corelarea politicilor din domeniul cercetării-dezvoltării și al inovării cu prioritățile de dezvoltare economică și socială susținute de ansamblul politicilor guvernamentale; c) Coerența și continuitatea activităților din domeniul cercetării-dezvoltării, al cunoașterii și al inovării.

Actorii de bază

Începând cu 20 ianuarie 2020, în baza Hotărârii Guvernului 24/2020, Ministerul Educației și Cercetării a devenit structura națională cu responsabilități de coordonare a cercetării în România

¹² <https://www.research.gov.ro/uploads/sistemul-de-cercetare/legislatie-organizare-si-functionare/legislatia-sistemului-de-cercetare/hg-81-2017.pdf>

¹³ <https://www.research.gov.ro/uploads/sistemul-de-cercetare/legislatie-organizare-si-functionare/legislatia-sistemului-de-cercetare/hg-583-2015.pdf>

(HG nr. 24/2020). Potrivit acestei Hotărâri MEC „organizează și conduce sistemul național al educației, formării profesionale, cercetării științifice, dezvoltării tehnologice și inovării și exercită atribuțiile stabilite prin legi și prin alte acte normative din sfera sa de activitate”. În conformitate cu art. 4 al Ordonanței de Urgență nr. 212 din 28 decembrie 2020 al Guvernului României (MO nr. 1307 din 29.12.2020), a fost înființat Ministerul Cercetării, Inovării și Digitalizării. Aceștia i-au fost transmise activitățile, personalul aferent și patrimoniul corespunzător domeniului cercetare și inovare, cu excepția Unității Executive pentru Finanțarea Învățământului Superior, a Cercetării, Dezvoltării și Inovării (UEFISCDI), care a rămas în subordinea Ministerului Educației.

Activitatea Ministerului este susținută de 4 organisme consultative: Colegiul Consultativ pentru Cercetare-Dezvoltare și Inovare (CCCDI); Consiliul Național al Cercetării Științifice (CNCS); Consiliul Național pentru Transfer Tehnologic și Inovare (CNTTI); Consiliul Național de Etică a Cercetării Științifice, Dezvoltării Tehnologice și Inovării (CNECSDTI).

Sistemul CDI din România cuprinde 263 organizații CDI publice și circa 600 de întreprinderi. Dintre organizațiile publice, 56 sunt universități publice autorizate, 46 sunt institute naționale de cercetare – dezvoltare, inclusiv 43 coordonate de Ministerul Cercetării și Inovării, iar 65 sunt instituții de cercetare și centre ale Academiei Române. Rețeaua Națională pentru Inovare și Transfer Tehnologic cuprinde 50 de organizații specifice: centre de transfer tehnologic, centre de informații tehnologice, incubatoarele de tehnologie și afaceri, 4 parcuri de știință și tehnologie.

În 2018 în lucrările CDI au fost implicați 17 mii de cercetători, echivalent norma întregă (ENÎ) sau 882 de cercetători ENÎ per un milion populație.

Principii de finanțare

Finanțarea CDI în România este realizată în conformitate cu programele, planurile și proiectele de cercetare.

PNCDI III prevede 5 programe pentru finanțarea activităților de cercetare: (P1) - Dezvoltarea sistemului național de cercetare-dezvoltare; (P2) - Creșterea competitivității economiei românești prin cercetare, dezvoltare și inovare; (P3) - Cooperare europeană și internațională; (P4) - Cercetare fundamentală și de frontieră; (P5) - Cercetare în domenii de interes strategic. Fiecare program este divizat pe subprograme în cadrul cărora se organizează competiții de proiecte. Finanțarea instituțională este realizată prin subprogramul 1.2. Performanță instituțională, proiectele depuse trecând printr-o procedură de evaluare stabilită.

Programele Nucleu se finanțează în bază de concurs și a unei metodologii de evaluare a acestora. Programele Nucleu pot fi depuse doar de institutele naționale acreditate de cercetare-dezvoltare și sunt structurate pe departamente/laboratoare de cercetare.

Finanțarea activităților CDI este realizată și de Ministerul Fondurilor Europene prin Programul Operațional Competitivitate (POC)¹⁴ și este realizată printr-o schemă de ajutor de stat pentru CDI care cuprinde: (a) ajutoare pentru CDI; (b) ajutoare regionale pentru investiții; (c) ajutoare pentru accesul IMM-urilor la finanțare (ajutoare pentru întreprinderile nou-înființate). Ajutorul se acordă sub formă de granturi în baza unei cereri depuse, unui dosar și unor criterii de eligibilitate a proiectelor depuse.

Alte instrumente de finanțare a CDI la nivel național sunt Planul sectorial, granturi pentru tineri cercetători ș.a.

O componentă importantă de finanțare a CDI în România o reprezintă programele europene: Orizont 2020, COST, EUREKA, Programele operaționale comune ș.a.

În anul 2018 cheltuielile interne brute pentru cercetare și dezvoltare în România au constituit 0,5% din PIB sau 2848,7 milioane de dolari (în PPC\$ actuale). Finanțarea CDI a fost efectuată din următoarele surse: Mediul de afaceri – 54,4%; Guvern – 35,9%; Învățământul superior – 1,1% Finanțarea externă – 7,9%; Alte surse – 0,7%.

După sectorul de efectuare a lucrărilor de cercetare și dezvoltare, cheltuielile interne brute au fost distribuite în următorul fel: Mediul de afaceri – 59,3%; Guvern – 30,6%; Învățământul superior – 9,8%, Alte sectoare – 0,3%.

Sistemul CDI în Rusia

În Federația Rusă sistemul CDI a moștenit organizarea sovietică, în care partea leului de activități științifice și tehnologice era realizată de instituții de cercetare guvernamentale. Această moștenire istorică a creat o lacună între sistemul CD și sectorul privat care de regulă este promotorul inovațiilor. Pentru rezolvarea acestei probleme în ultimul deceniu politica Rusiei în domeniul CDI a fost supusă unor schimbări esențiale, care au fost orientate spre diversificarea actorilor CDI și instrumentelor utilizate (Gokhberg, Sokolov et al. 2017). În vara anului 2013 a fost inițiată reforma Academiei de Științe din Rusia (AȘR) care a stârnit multe discuții în mediul academic și mai puțin academic al Federației Ruse. Scopul reformei a constat în promovarea dezvoltării științei în țară, consolidarea poziției sale la nivel internațional, creșterea eficienței și indicatorilor scientometrici ai oamenilor de știință pentru a scăpa de abuzurile din sfera științifică. Majoritatea reprezentanților comunității științifice s-au pronunțat negativ asupra acestei reforme. Mai muți oameni de știință cu renume din Rusia consideră că această reformă este de fapt o nouă etapă în redistribuirea proprietății din Rusia și, de asemenea, că evaluarea activității instituțiilor academice de către Agenția Federală a Organizațiilor Științifice nu a fost și nu poate fi obiectivă.

¹⁴ https://www.poc.research.gov.ro/uploads/competitii/ghid-unic/schema_cdi-1.pdf

Cu toate acestea, oamenii de știință și președintele AȘR A.M. Sergeev, ales în 2017, s-au angajat într-un dialog constructiv cu autoritățile.

Principalele acte legislative și normative

Baza legislativă care reglementează relațiile între subiecții activității științifice și tehnologice, organele guvernamentale și consumatorii de produse științifice și tehnologice o constituie Legea federală nr. 127 din 23 august 1996 „Cu privire la știință și politica în domeniul științei și tehnologiei”¹⁵ cu modificările și completările ulterioare. Potrivit legii, gestionarea activității de cercetare-dezvoltare-inovare se desfășoară în baza unei combinații de principii ale reglementării de stat și ale autoguvernării.

În 2011 este aprobată Strategia „Rusia inovativă”, care a fost înlocuită în 2014 cu Strategia de dezvoltare inovativă a Federației Ruse până în 2020. În baza acestei strategii au fost și sunt create parcurile tehnologice, zone economice speciale, agenții și fonduri de risc (venture), programe de educație și consultanță în inovații. Astăzi Rusia încearcă în sistemul său de inovare să pună accent pe tehnologii informaționale și digitizare.

În decembrie 2016 a fost aprobată Strategia de dezvoltare științifică și tehnologică a Federației Ruse¹⁶, care stă la baza elaborării documentelor strategice de planificare în domeniul științei și tehnologiei, a programelor de stat în domeniu ș.a.

În martie 2019 Guvernul Rusiei a aprobat Programul de Stat „Dezvoltarea științifică și tehnologică în Federația Rusă” pentru perioada 2019-2030¹⁷, care a fost elaborată cu participarea Academiei de Științe din Rusia și include 5 subprograme: 1) Dezvoltarea capitalului intelectual național; 2) Asigurarea competitivității la nivel mondial a învățământului superior; 3) Cercetări fundamentale pentru dezvoltarea durabilă și asigurarea competitivității societății și statului; 4) Crearea și realizarea programelor științifice și tehnologice complexe conform priorităților stabilite în Strategia de dezvoltare științifică și tehnologică a Federației Ruse, precum și de dezvoltare științifică, tehnologică și inovațională într-un spectru larg de direcții; 5) Infrastructura activității științifice, științifico-tehnologice și inovaționale.

Actorii de bază

Ministerul Științei și Învățământului Superior al Federației Ruse este organul principal care promovează politica în domeniul CDI. Pe lângă Minister activează un șir de organe de coordonare, consultate și expertizare care sunt create pentru analiza și luarea deciziilor în cele mai importante chestiuni în domeniu.

¹⁵ <https://docs.cntd.ru/document/9028333>

¹⁶ <https://sochisirius.ru/snt/>

¹⁷ <http://government.ru/docs/36310/>

Academia de Științe Rusă este o entitate juridică non-profit, instituție bugetară de stat și organizație științifică, care desfășoară managementul cercetării științifice în Federația Rusă și efectuează cercetări științifice. Academia de Științe Rusă include secții ale Academiei în diferite domenii și direcții științifice, secții regionale ale Academiei, centre științifice regionale ale Academiei și reprezentanțe ale Academiei.

Activitățile științifice și tehnologice sunt realizate în peste 400 de instituții federale de cercetare și 250 de instituții federale de învățământ superior finanțate în special din bugetul de stat.

Pentru consolidarea și intensificarea activității de inovare în 2010 în Rusia a fost creat Centrul inovațional „Skolkovo” – cel mai cunoscut centru inovațional rusesc, care astăzi include 4 clustere, un parc tehnologic, o universitate, un gimnaziu internațional, centrul de proprietate intelectuală „Skolkovo”. Către finele anului 2020 în Rusia activau peste 120 de parcuri tehnologice și peste 300 de incubatoare de inovare.

În 2018 în lucrările CDI au fost implicați 405 mii de cercetători, echivalent norma întreagă (ENÎ) sau 2784 de cercetători ENÎ per un milion populație.

Principii de finanțare

Finanțarea activităților științifice, tehnologice și de inovare se efectuează prin intermediul fondurilor specializate, cum ar fi: Fundația rusă pentru cercetări fundamentale; Fundația rusă pentru cercetări umanitare; Fundația de asistență pentru dezvoltarea întreprinderilor mici în știință și tehnologie; Fondul federal pentru inovații industriale ș.a.

Pentru atragerea investițiilor în știință, tehnologii și inovații, în Federația Rusă sunt în vigoare următoarele facilități:

- Sunt scutite de TVA activitățile de cercetare-dezvoltare legate de crearea de noi produse și tehnologii sau de îmbunătățirea produselor și tehnologiilor fabricate, indiferent de forma juridică a organizației;
- Sunt scutite de TVA veniturile parvenite din realizarea drepturilor la rezultatele activității intelectuale;
- Contabilitate simplificată a costurilor pentru cercetare și dezvoltare;
- Procedura accelerată de amortizare a mijloacelor fixe utilizate în activități științifico-tehnologice;
- Scutirea de impozit pe venit a fondurilor bugetare alocate prin diverse programe guvernamentale, ș.a.

În pofida acestor eforturi, partea leului de cheltuieli pentru știință și tehnologii continuă să fie alocată de Guvern.

În anul 2018 cheltuielile interne brute pentru cercetare și dezvoltare în Federația Rusă au constituit 0,98% din PIB sau 41 505,1 milioane de dolari (în PPC\$ actuale). Finanțarea CDI a fost efectuată din următoarele surse: Mediul de afaceri – 29,5%; Guvern – 67,0; Învățământul superior – 0,9%; Surse din exterior – 2,3%; Alte surse – 0,3%.

După sectorul de efectuare a lucrărilor de cercetare și dezvoltare, cheltuielile interne brute au fost distribuite în următorul fel: Mediul de afaceri – 55,6%; Guvern – 34,4%; Învățământul superior – 9,7%, Alte sectoare – 0,3%.

Sistemul CDI în Statele Unite ale Americii

În SUA știința este una din ramurile cheie ale țării. Constituția SUA reflectă încurajarea creativității științifice. Aceasta conferă Congresului Statelor Unite puterea „de a promova progresul științei și artelor utile, asigurând, pentru perioade limitate de timp, autorilor și inventatorilor dreptul exclusiv la comunicările scrise și descoperirile respective” (Science and technology in the United States 2017). Statele Unite este una din țările cu cea mai dezvoltată economie inovativă din lume.

Principalele acte legislative și normative

Capitolul 79 al Codului SUA¹⁸ „Politica, organizarea și prioritățile în știință și tehnologie” actualizat în 2018 reglementează politica în domeniu. Documentul stipulează politica națională și prioritățile în știință, inginerie și tehnologie, precum și organizarea și funcționarea actorilor de bază în domeniul politicilor CDI.

În 2016 Consiliul Național pentru Știință și Tehnologie a aprobat „Strategia în domeniul Științei, Tehnologiei și Inovării pentru Securitatea Națională a Americii în sec. 21”¹⁹. Această strategie a fost elaborată pentru a răspunde provocărilor din securitatea cibernetică, biologia sintetică, inteligența artificială, schimbările climaterice ș.a.

În iunie 2019 Casa Albă a actualizat *Planul Național Strategic privind cercetarea-dezvoltarea în domeniul Inteligenței Artificiale*²⁰ care stabilește 8 priorități cheie pentru investițiile federale în domeniul cercetării-dezvoltării inteligenței artificiale.

Actorii de bază

În Congresul SUA cele mai importante comitete de promovare a politicilor în CDI sunt Comitetul Camerei pentru Știință, Spațiu și Tehnologie, care este responsabil de politicile în

¹⁸ <https://law.justia.com/codes/us/2018/>

¹⁹

https://obamawhitehouse.archives.gov/sites/default/files/microsites/ostp/NSTC/national_security_s_and_t_strategy.pdf

²⁰ <https://www.nitrd.gov/pubs/National-AI-RD-Strategy-2019.pdf>

energie, tehnologii spațiale și aviație civilă, mediu și marină, și Comitetul Senatului pentru Comerț, Știință și Transportare care include știința, ingineria, cercetarea tehnologică, dezvoltarea și politicile²¹.

Oficiul pentru Politici în domeniul Științei și Tehnologiei este un departament al Guvernului SUA din cadrul Oficiului Executiv al Președintelui, care are un mandat larg de a-l consulta pe Președinte cu privire la impactul științei și tehnologiei asupra afacerilor interne și externe și de a dezvolta și implementa politici și bugete argumentate privind știința, tehnologia și inovațiile.

În mare parte activitatea de cercetare științifică și tehnologică în SUA este coordonată de *Fundația Națională pentru Știință* (neg. National Science Foundation – NSF). NSF este agenția independentă federală a SUA creată în 1950 „pentru promovarea progresului în știință, pentru a contribui la îmbunătățirea stării de sănătate a națiunii, a prosperității și bunăstării; pentru asigurarea apărării naționale” (At a Glance, NSF). NSF sprijină cercetarea fundamentală și educația în toate domeniile științei și inginerie, cu excepția medicinei. NSF este sursa principală de finanțare a cercetărilor conduse în domeniile matematica, știința calculatoarelor și științele sociale. Pentru anul 2020 NSF are un buget de 8,3 miliarde dolari, acoperind circa 27% din bugetul total guvernamental alocat cercetărilor fundamentale conduse în SUA de colegii și universități.

Administrația Națională a Aeronauticii și Spațială (engl. National Aeronautics and Space Administration – NASA) este o agenție independentă a guvernului federal american responsabilă de programul spațial civil, precum și de cercetarea aeronautică și spațială.

Alte agenții în domenii specifice sunt: Agenția pentru Protecția Mediului (engl. Environmental Protection Agency – EPA), Institutul Național de Sănătate (National Institute of Health – NIH), Agenția pentru proiecte de cercetare avansată în domeniul apărării (Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA) ș.a.

Cercetarea fundamentală este efectuată în special în cadrul a 266 de universități, din care circa 50% sunt publice, și a peste 180 de institute de cercetare guvernamentale. Partea leului a cercetărilor de dezvoltare tehnologică, transfer tehnologic și implementare a inovațiilor este realizată de 72 de parcuri tehnologice și alți agenți ai mediului de afaceri.

Este important să ținem minte că Statele Unite este un stat federal și fiecare stat își elaborează și promovează propriile politici în domeniul științei, tehnologiei și inovațiilor.

În 2018 în lucrările CDI au fost implicați 1434 mii de cercetători, echivalent norma întreagă (ENÎ) sau 4412 cercetători ENÎ per un milion populație.

²¹ <https://www.fpol.no/the-main-science-technology-and-innovation-policy-actors-in-the-united-states-sti/>

Principii de finanțare

Cea mai mare parte din politica de finanțare a științei în SUA se realizează prin procesul legislativ de adoptare a bugetului federal anual, deși există și alte acte legislative care prevăd finanțarea direcționată a științei, cum ar fi politica energetică, schimbările climatice și cercetarea celulelor stem. Alte decizii sunt luate de diferite agenții federale care alocă fonduri aprobate de Congres, fie pentru cercetare internă, fie prin alocarea de fonduri organizațiilor și cercetătorilor din exterior.

Finanțarea cercetării de NSF se face în bază de concurs de granturi, în 2020 fiind în derulare circa 12 000 de proiecte cu o durată medie de trei ani, care au fost selectate în baza unei expertize riguroase și obiective. Majoritatea granturilor sunt destinate unor persoane sau grupuri mici de cercetători. Altele oferă finanțare pentru centre de cercetare, procurare de echipamente și facilități pentru a permite oamenilor de știință, inginerilor și studenților să lucreze la frontierele periferice ale cunoașterii.

Institutul Național de Sănătate (engl. National Institutes of Health – NIH) al SUA este cel mai mare finanțator din lume a cercetărilor în biomedicină și sănătatea publică, investind peste 32 miliarde de dolari SUA pentru îmbunătățirea vieții și reducerea maladiilor și dizabilităților. NIH a fost creat la sfârșitul anilor 70' ai sec. XIX și astăzi este parte componentă a Departamentului pentru Sănătate și Servicii Umane al SUA. NIH realizează propriile cercetări științifice în cadrul Programului de Cercetări Intraramurale și oferă finanțare în domeniul biomedicinii centrelor de cercetare din afara NIH.

În anul 2018 cheltuielile interne brute pentru cercetare și dezvoltare în Statele Unite au constituit 2,83% din PIB sau 581 553, milioane de dolari (în PPC\$ actuale). Finanțarea CDI a fost efectuată din următoarele surse: Mediul de afaceri – 62,4%; Guvern – 23,0%; Învățământul superior – 3,6%; Surse din exterior – 7,3%; Alte surse – 3,7%.

După sectorul de efectuare a lucrărilor de cercetare și dezvoltare, cheltuielile interne brute au fost distribuite în următorul fel: Mediul de afaceri – 72,6%; Guvern – 10,3%; Învățământul superior – 12,9%, Alte sectoare – 4,2%.

Principiile de organizare a unor sisteme naționale CDI arată, că o atenție deosebită în țările dezvoltate este acordată nu numai resurselor (volumul de finanțare a CDI, numărul de cercetători), dar și motivării prin politici, strategii și acte legislative a sectorului privat de a participa în activitățile CDI. Și nu întâmplător. E bine-cunoscut, că anume mediul de afaceri este principalul implementator al inovațiilor. Susținerea activităților științifice prin investiții de risc contribuie la crearea și dezvoltarea parteneriatelor publice-private și la favorizarea dezvoltării întreprinderilor mici și mijlocii, și ca urmare la creșterea unei economii bazate pe cunoaștere (Railean, Timuș 2018, p. 61).

Pentru analiza comparativă și realizarea clasamentului sistemelor CDI din punct de vedere al resurselor și implicării sectorului privat în activitățile CDI, au fost acumulate valorile relative a cinci indicatori pentru 39 de țări: 1) Cheltuieli interne brute pentru CDI, % din PIB; 2) Cercetători (echivalent norma întreagă) per un milion populație; 3) Cota cercetătorilor în sectorul privat; 4) Cota cheltuielilor sectorului privat din cheltuielile interne brute pentru CDI; 5) Cota lucrărilor executate de sectorul privat din volumul total al lucrărilor CDI executate.

Datele prezentate în Tabelul 2.2 arată, că cele mai asigurate sisteme CDI din punct de vedere financiar sunt în Coreea de Sud, Suedia, Japonia, Austria, Germania, în care cheltuielile interne brute pentru CDI constituie peste 3% din PIB.

Un număr de peste 6000 cercetători la un milion populație se înregistrează în Danemarca, Coreea de Sud, Suedia, Finlanda, Norvegia, însă cea mai mare cotă de cercetători (peste 70%) activează în sectorul privat în Coreea de Sud, Japonia, Suedia, SUA, Olanda.

Mediul de afaceri investește cel mai mult în sistemul CDI din Japonia, China, Coreea (peste 70%), și în aceleași țări, dar în altă ordine, sunt executate lucrări CDI de mediul de afaceri peste 70% din volumul total - Coreea de Sud, Japonia, China.

Vedem, că pozițiile țărilor diferă de la indicator la indicator.

Pentru a putea clasifica sistemele CDI din țările analizate, țările au fost sortate descendent după valoarea fiecărui indicator, stabilind, astfel, locul fiecărei țări. În final, s-a calculat suma locurilor pentru fiecare țară și s-a stabilit clasamentul general al țărilor. Rezultatele acestui exercițiu sunt prezentate în Tabelul 2.3, țările fiind sortate ascendent după locul ocupat în clasament.

Analiza sistemelor CDI prin prisma resurselor și implicării mediului de afaceri denotă că în partea de sus a clasamentului se află țările cu cele mai stabile sisteme CDI (vorbind în limbajul sistemelor complexe), în care o atenție deosebită este atrasă implicării în CDI a sectorului privat. În același timp, în partea de jos a clasamentului se află cele mai instabile sisteme CDI, în care resursele sunt limitate și implicarea sectorului privat lipsește sau este minimă. Printre acestea se numără și sistemul CDI din Republica Moldova. Mai mult chiar, din 39 de țări incluse în analiză, Republica Moldova la toți indicatorii ocupă locul 37, însă se află pe ultimul loc, acumulând punctajul total maxim.

Reieșind din analiza prezentată în acest subcapitol, și din faptul că sistemul CDI este sistem format din două subsisteme: *cercetare-dezvoltare* și *inovare*, concludem, că țările care nu acordă atenție necesară dezvoltării subsistemului de inovare sunt în mare pierdere față de țările care motivează și promovează implementarea și comercializarea rezultatelor științifice.

Tabelul 2.2. Asigurarea sistemelor CDI cu resurse și implicarea mediului de afaceri (anul 2018)

	Indicator	1	2	3	4	5
	Țara					
1.	Austria	3,17	5733	63,0	54,2	69,87
2.	Bulgaria	0,76	2343	48,5	43,2	71,91
3.	Canada	1,6	4326	56,7	41,1	50,9
4.	Cehia	1,9	3863	51,3	33	61,9
5.	China	2,14	1307	61,3	76,6	77,42
6.	Cipru	0,49	1256	27,3	32,8	36,87
7.	Croația	0,97	1921	22,7	42,6	48,03
8.	Danemarca	3,03	8066	60,5	58,5	62,27
9.	Estonia	1,4	3755	33,3	43,6	42,35
10.	Finlanda	2,76	6861	56,3	58	65,66
11.	Franța	2,19	4715	62,3	56,1	65,41
12.	Georgia	0,28	1464	0	1,7	0
13.	Germania	3,1	5212	60,4	66,2	68,8
14.	Grecia	1,18	3483	27,4	42,6	48,26
15.	Japonia	3,3	5331	74,4	79,1	79,4
16.	Kazahstan	0,12	667	0	47,4	42,92
17.	Letonia	0,64	1792	19,8	24,1	24,87
18.	Lituania	0,94	3191	31,7	35,4	41,83
19.	Luxemburg	1,21	4942	43,9	49,6	55,82
20.	Macedonia de Nord	0,37	799	24,1	30,1	30,57
21.	Marea Britanie	1,7	4603	46,6	53,7	69,13
22.	Munte negru	0,36	734	11,1	18,7	14,5
23.	Norvegia	2,07	6467	70,0	42,8	51,9
24.	Olanda	2,16	5604	48,9	51,6	67,05
25.	Polonia	1,21	3106	48,2	52,5	66,09
26.	Portugalia	1,35	4537	34,1	46,5	50,76
27.	Rep. Coreea	4,5	7980	82	76,2	80,3
28.	Rep. Moldova	0,25	691	6,2	15,5	17,5
29.	România	0,5	882	27,0	54,4	59,3
30.	Rusia	1	2784	44,2	29,5	55,6
31.	Serbia	0,92	2087	8,2	10,0	39,1
32.	Slovacia	0,84	2996	24,0	49,0	54,08
33.	Slovenia	1,95	4854	62,1	63,1	74,2
34.	Spania	1,24	3001	38,8	47,8	56,5
35.	SUA	2,8	4412	71,3	62,4	72,6
36.	Suedia	3,31	7536	72,8	60,8	70,88
37.	Ucraina	0,47	988	27,3	30,1	58,47
38.	Ungaria	1,53	3237	63,7	52,7	75,6
39.	Uzbekistan	0,13	476	12,9	42,4	40,44

Sursa: elaborat de autor în baza datelor preluate din <http://data.uis.unesco.org/>

Tabelul 2.3. Clasamentul sistemelor CDI după nivelul de asigurare cu resurse și de implicare a mediului de afaceri în activități CDI (anul 2018)

Țara	Indicator	Locul țării pentru fiecare indicator					Punctaj total
		1	2	3	4	5	
Rep. Coreea		1	2	1	3	1	8
Japonia		3	8	2	1	2	16
Suedia		2	3	3	7	8	23
Austria		4	6	7	12	9	38
SUA		7	15	4	6	6	38
Germania		5	9	12	4	11	41
Danemarca		6	1	11	8	16	42
Slovenia		13	11	9	5	5	43
Finlanda		8	4	14	9	14	49
Olanda		10	7	5	16	12	50
Franța		9	12	8	10	15	54
China		11	31	10	2	3	57
Ungaria		17	20	6	14	4	61
Marea Britanie		15	13	19	13	10	70
Norvegia		12	5	16	24	24	81
Luxemburg		21	10	21	17	21	90
Polonia		22	22	18	15	13	90
Cehia		14	17	15	30	17	93
Canada		16	16	13	28	25	98
Bulgaria		29	26	17	23	7	102
Portugalia		19	14	23	21	26	103
Spania		20	23	22	19	20	104
Estonia		18	18	24	22	30	112
Grecia		23	19	26	26	27	121
România		31	34	29	11	18	123
Slovacia		28	24	31	18	23	124
Rusia		24	25	20	34	22	125
Lituania		26	21	25	29	31	132
Croația		25	28	32	25	28	138
Ucraina		33	33	28	33	19	146
Cipru		32	32	27	31	34	156
Serbia		27	27	36	38	33	161
Letonia		30	29	33	35	36	163
Kazahstan		39	38	39	20	29	165
Macedonia de Nord		34	35	30	32	35	166
Uzbekistan		38	39	34	27	32	170
Munte negru		35	36	35	36	38	180
Georgia		36	30	38	39	39	182
Rep. Moldova		37	37	37	37	37	185

Sursa: elaborat de autor în baza datelor preluate din <http://data.uis.unesco.org/>

2.5. Concluzii la capitolul 2

În scopul verificării ipotezei de cercetare și realizării obiectivelor propuse pentru capitolul doi a fost efectuat un studiu de identificare a tendințelor de dezvoltare a științei și tehnologiei produse la nivel global, particularităților și caracteristicilor de organizare a sistemelor CDI într-un șir de țări, tipizarea și clasificarea acestora utilizând indicatori statistici. Totalizând rezultatele obținute în capitolul 2 emitem următoarele **concluzii**:

1. Modelul conceptual de organizare a sistemului CDI dezvoltat prin prisma elementelor de intrare, activităților, elementelor de ieșire, efectelor și impactului arată legăturile și interdependența sinergică dintre elementele sistemului CDI, precum și influența internă și externă a sistemelor/subsistemelor acestuia.
2. La nivel global sunt identificate următoarele tendințe de dezvoltare a științei și tehnologiei care influențează toate sistemele CDI naționale:
 - Impunerea priorităților în cercetare de sus în jos, spre deosebire de etapa precedentă, când prioritățile în cercetare erau stabilite de jos în sus de către oamenii de știință. Aceasta se efectuează la nivel supranațional, național și sectorial;
 - Comercializarea cercetării – tendință a guvernelor de a alinia politica statului în cercetare cu prioritățile pieței, care generează parteneriatul public-privat, dar și, ca efect negativ, reduce diversitatea și creativitatea în cercetare;
 - Intensificarea mobilității și colaborării științifice internaționale care este mai caracteristică țărilor mici;
 - Digitizarea și deschiderea științei – o nouă paradigmă de cercetare, obținere, stocare, transmitere și prelucrare a informației cauzată de creșterea exponențială a informațiilor și de dezvoltare a tehnologiilor digitale;
 - Contabilizarea și evaluarea științei și tehnologiei – proces internaționalizat produs la toate nivelele și transferat din zona responsabilității profesionale (sau colegiale) în zona de competență organizațională (sau managerială).
3. Sinteza metodelor de evaluare în sistemul CDI arată că nu există un set standard de metode de evaluare care ar putea fi folosit în toate cazurile. Toate evaluările trebuie pregătite și făcute cu mare atenție, iar metodele trebuie selectate în funcție de scop.
4. În rezultatul analizei comparative a sistemelor CDI dintr-un șir de țări prin prisma principalelor acte legislative și normative, actorilor de bază din sistem și principiilor de finanțare, dar și a clasamentului bazat pe 5 indicatori scientometrici, s-a constatat că în țările dezvoltate o atenție deosebită este acordată atragerii în activitățile de cercetare, dezvoltare și inovare a sectorului privat care este forța motrice a creșterii economice a țării.

Reieșind din concluziile formulate la capitolul II concludem că ipoteza prin care s-a presupus că dacă sistemul CDI este sistem complex social, atunci acesta este influențat de alte sisteme/subsisteme, a fost confirmată.

„Știința este un sistem autoorganizator, dezvoltarea căruia este dirijată de fluxurile informaționale ale acestuia. Condițiile externe – finanțarea, formele de organizare care variază de la țară la țară, presiunea ideologică, cercetările secrete – toate acestea sunt doar elemente ale aceluși mediu, în care se dezvoltă știința. Mediul poate fi favorabil sau nefavorabil, dar aceasta nu poate impune știința să se dezvolte într-o direcție ostilă acesteia”.

Vasili Nalimov

3. ASPECTE SINERGETICE DE ORGANIZARE ȘI AUTOORGANIZARE A SISTEMULUI DE CERCETARE, DEZVOLTARE ȘI INOVARE. CĂI DE PERFECTIONARE A SISTEMULUI CDI ÎN REPUBLICA MOLDOVA

3.1. Paradigma sinergetică în modelul informațional autoorganizat al științei

Una din abordările bibliometrice în analiza dinamicii de dezvoltare a științei într-o țară este urmărirea în timp a numărului de publicații științifice. Multe domenii de cercetare, discipline științifice și țări au încercat să-și evalueze evoluția prin studii bibliometrice și, în prezent, tehnicile bibliometrice au devenit un instrument important pentru măsurarea progresului științific.

Reamintim că, potrivit lui Nalimov (1969), știința este dirijată de propriile fluxuri informaționale - modelul informațional al științei, în cadrul căruia dezvoltarea științei se studiază prin prisma indicatorilor scientometrici.

În contextul modelului informațional al științei, astfel de baze de date cum ar fi Web of Science, Scopus ș.a. permit atât stabilirea contribuției în dezvoltarea științei mondiale a cercetătorilor individuali, grupurilor de cercetători, laboratoarelor, instituțiilor sau a țărilor, cât și efectuarea analizei de dezvoltare a diferitor tipuri de interdependențe dintre anumite grupuri de cercetători, direcții de cercetare, dar și determinarea direcțiilor de cercetare de perspectivă și chiar (în anumite condiții) evaluarea eficienței lor (Dikusar, Cujba 2015, p. 8).

În Fig. 3.1. este prezentată dinamica numărului de lucrări științifice publicate de autorii din toată lumea pe parcursul a 25 de ani (perioada 1995-2019) incluse în două baze de date: Web of Science (WoS) și Scopus.

Observăm, că tendința de creștere a numărului de publicații incluse în aceste baze de date este similară, iar curbele reflectă o situație asemănătoare în contextul fluxurilor informaționale. Prin urmare, pentru analize și studii pot fi utilizate date dintr-o singură bază de date.

Totuși, fără o comparație cu alte țări nu putem aprecia locul țării noastre în modelul informațional global.

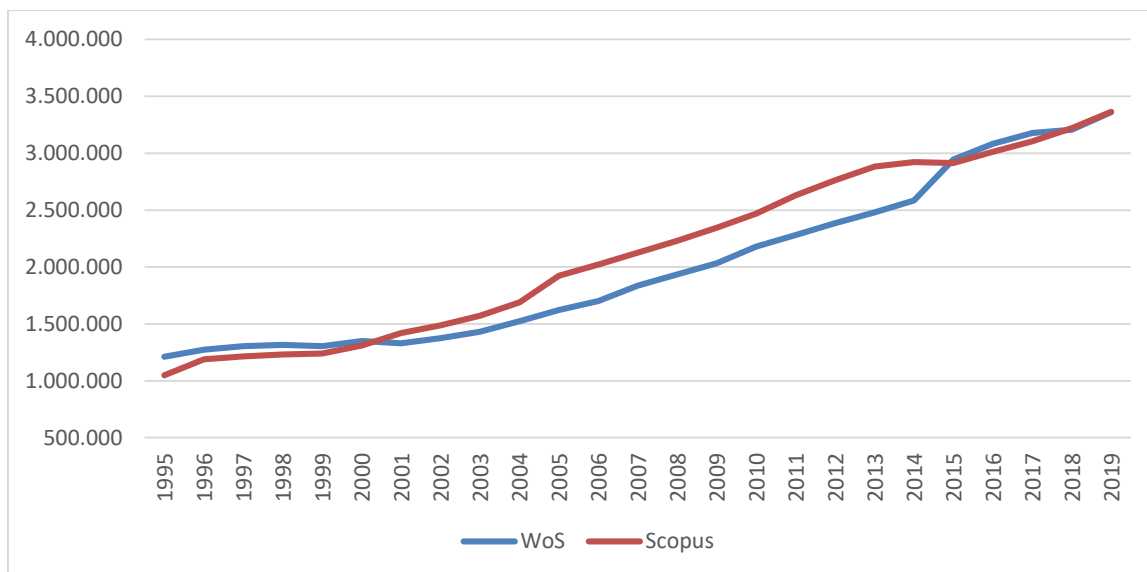


Fig. 3.1. Numărul de publicații cu autori din întreaga lume incluse în bazele de date Web of Science și Scopus.

Sursa: Elaborat de autor în baza datelor din bazele de date WoS și Scopus. Accesat 12.02.2021

Pentru o astfel de analiză e nevoie de un indicator relativ. Pentru calcularea indicatorului cantitativ al nivelului de dezvoltare a științei într-o țară este necesară o astfel de caracteristică care ar ține cont de „scara” țării.

Dacă în calitate de un astfel de indicator folosim indicatorul relativ *Numărul de publicații per cercetător* (persoane fizice), calculat pentru perioada 2003-2018, vom obține un tablou, conform căruia printre țările cu cel mai înalt nivel de dezvoltare a științei se numără Italia, România începând cu 2011, Slovenia (Fig. 3.2.).

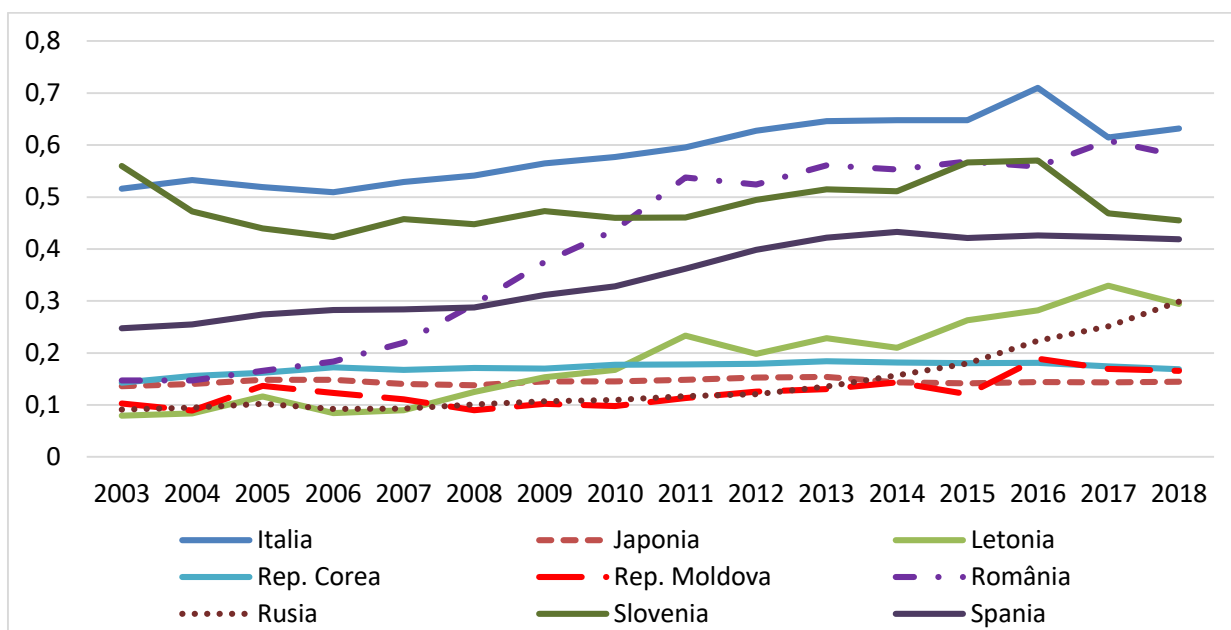


Fig. 3.2. Numărul de publicații per cercetător în diferite țări ale lumii (2003-2018)

Sursa: Elaborat de autor în baza datelor disponibile pe portalul Scimago Journal & Country Rank, baza de date a Institutului de Statistică UNESCO. Accesat: 02.03.2021

În timp ce Japonia și Coreea de Sud sunt printre pozițiile de jos. Mai mult chiar, dacă utilizăm acest indicator pentru stabilirea nivelului de dezvoltare a științei, atunci conform datelor prezentate nivelul de dezvoltare al științei în Japonia ar fi mai scăzut decât în Republica Moldova.

Prin urmare, indicatorul *Numărul de publicații per cercetător* nu este altceva decât indicatorul de productivitate medie a cercetătorului și nu poate fi utilizat în calitate de indicator care arată nivelul de dezvoltare a științei.

Mai mulți specialiști din Republica Moldova, care se ocupă de problemele scientometriei, consideră că formula de calcul trebuie să includă aspectul de finanțare a cercetării. În acest context, s-a încercat reflectarea în formula de calcul a acestei componente, divizând numărul de publicații la volumul cheltuielilor interne brute alocate pentru CD (în prețuri constante 2005) per cercetător (persoane fizice). Datele obținute sunt prezentate în Fig. 3.3.

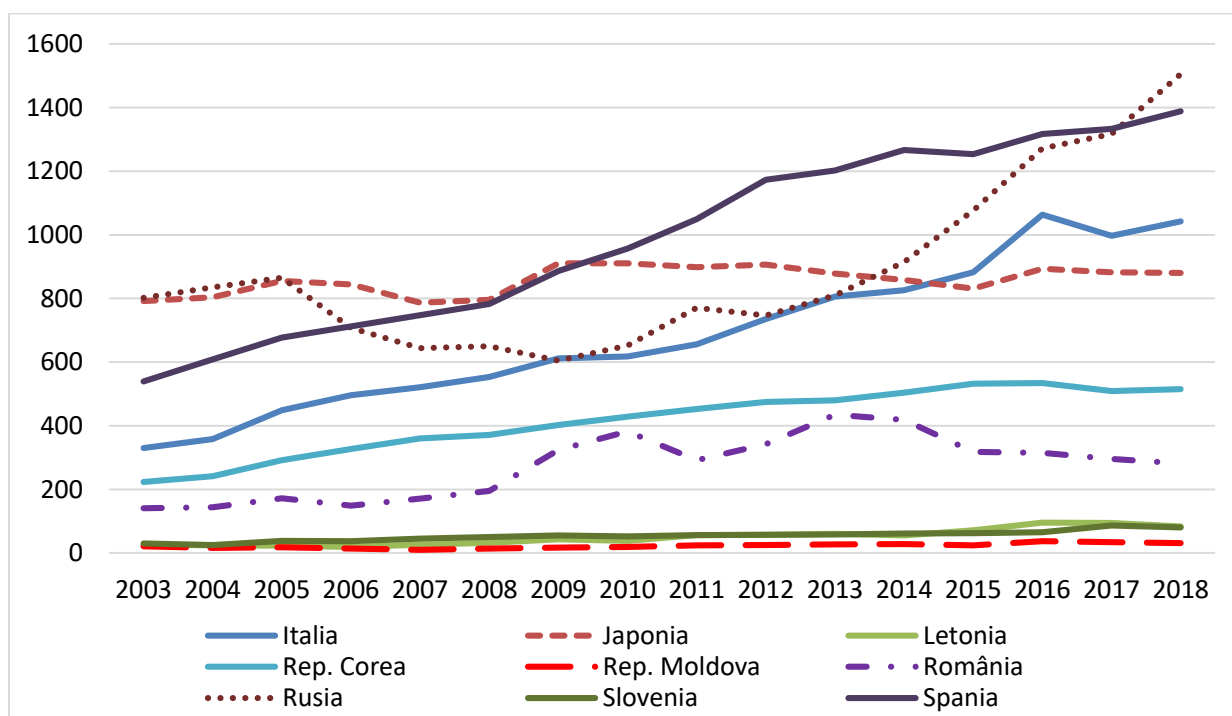


Fig. 3.3. Numărul de publicații per volumul de finanțare a unui cercetător în diferite țări ale lumii (2003-2018)

Sursa. Elaborat de autor în baza datelor disponibile pe portalul Scimago Journal & Country Rank, baza de date a Institutului de Statistică UNESCO. Accesat: 02.03.2021

Dacă utilizăm acest indicator pentru stabilirea nivelului de dezvoltare a științei, atunci concluzionăm că în Spania nivelul de dezvoltare a științei ar fi unul dintre cele mai înalte, iar începând cu 2014-2015 Rusia și Italia ar fi întrecut Japonia. În același timp observăm că valorile acestui indicator în Slovenia, Letonia și Republica Moldova sunt foarte apropiate, chiar dacă cunoaștem că nivelul de dezvoltare a științei în Slovenia și Letonia este cu mult mai înalt decât în Republica Moldova. Prin urmare, trebuie utilizat un alt indicator.

O măsură de utilitate a unei publicații este numărul de citări ale acesteia. În bibliometria științifică citărilor li se acordă o atenție deosebită. Strategia statisticii științei și tehnologiei pe termen scurt, mediu și lung elaborată de UNESCO în 2003 prevede în calitate de indicatori de bază de măsurare cantitativă a producției științifice atât numărul de publicații cât și citările (UNESCO 2003, p. 17).

O referință bibliografică este un simbol ce îl direcționează pe cititor la o altă lucrare publicată anterior, care la fel conține idei interesante pe care cititorul le acceptă sau cu care acesta nu este de acord. Sistemul referințelor bibliografice în publicațiile științifice poate fi considerat drept limbaj specific al informației științifice. Conținutul publicațiilor științifice este codat în referințele bibliografice. Codarea o face chiar autorul în procesul scrierii lucrării. Această codare reflectă ideile care se conțin în publicație (Nalimov 1969, p. 18-19).

Din perspectiva eticii în știință, natura citărilor este cel mai bine explicată prin principiile în cercetare formulate de Merton (1973). Acestea se rezumă la următoarele: 1) omul de știință, prin publicarea unei lucrări, transmite rezultatele activității sale în folosință comună, 2) evaluarea valorii științifice este imparțială, nu depinde de apartenența omului de știință la o anumită etnie, clasă socială sau de calitățile personale, 3) în activitatea științifică nu este admisibilă influența asupra rezultatelor prezentate sau ascunderea rezultatelor obținute de alte persoane în beneficiul personal, 4) în cercetarea științifică există scepticism sau criticism sănătos față de rezultatele proprii și ale altora.

Dacă ne bazăm pe aceste principii, atunci citarea se face pentru desemnarea lucrărilor care stau la baza studiului de față, sistemul de citări fiind creat de autori indiferent de modelul de organizare a cercetării în grup, organizație sau țară.

Posibilitatea de contabilizare a citărilor care a apărut în legătură cu crearea bazelor de date bibliografice și bibliometrice îi tentează pe administratorii științei de a-i utiliza în calitate de indicatori ai calității articolelor și eficacității rezultatelor cercetătorilor, echipelor, organizațiilor. Însă, dacă ne gândim bine, numărul de citări este un indicator care arată nivelul de utilitate sau influență al articolului, și nu calitatea acestuia. Mai mult ca atât, însuși Garfield, autorul indicelui de citare științifică SCI (engl. Science Citation Index, care reprezintă numărul total de referințe la lucrările cercetătorului), atrage atenția comunității științifice asupra diferenței indicatorului de citare pentru diferite domenii științifice și recomandă utilizarea acestui indicator cu mare precauție (Garfield 1995, pp. 109-110).

Vom menționa că SCI este un indicator absolut și nu ar trebui utilizat în analiza comparativă. Numărul mediu de citări per document este un indicator relativ care uneori este utilizat pentru evaluarea impactului cercetării.

Conform datelor disponibile pe platforma <http://www.scimagojr.com/> și prezentate în Tabelul 3.1, top 5 țări cu cele mai multe citări per document în perioada 1996-2018 sunt Anguilla, Bermuda, Gambia, Micronezia și Belize. Vedem că aceste țări au publicat un număr mic de lucrări, dar au acumulat un număr considerabil de citări per lucrare.

Tabelul 3.1. Numărul total de lucrări științifice și citări per lucrare în unele țări ale lumii (1996-2018)

Locul	Țara	Numărul de lucrări	Citări per document
1	Anguilla	90	52,30
2	Bermuda	814	40,17
3	Gambia	2601	37,38
4	Micronezia	295	35,58
5	Belize	455	34,56
10	SUA	12070144	24,66
25	Canada	1744508	22,60
27	Regatul Unit	3449243	22,43
43	Franța	2120161	19,91
101	Georgia	19510	14,19
154	R. Moldova	7794	10,95
179	Lituania	51464	9,73
191	India	1670099	9,00
201	China	5901404	8,27
213	F. Rusă	1076966	7,24
215	România	198390	7,12
224	Ucraina	189265	6,33

Sursa: <https://www.scimagojr.com/>. Accesat: 05.03.2020

Analiza lucrărilor cu cele mai multe citări a arătat, că acestea de regulă sunt scrise de un număr foarte mare de autori. Astfel, cea mai citată lucrare cu autori din Anguilla a fost publicată în 2017, în perioada 2017-2018 a fost citată de 736 ori. Lucrarea este scrisă de 694 autori, inclusiv: 93 din SUA, 54 din Australia, 40 din Marea Britanie, 40 din Iran, 36 din India, 34 din Etiopia, 20 din Germania, 19 din Canada, 18 din Brazilia, 15 din China, 12 din Italia, 11 din Suedia, 10 din Japonia, 10 din Spania, 9 din Arabia Saudită, 6 din Pakistan, 5 din Franța, 5 din Rusia, 5 din Egipt etc. și doar 2 din Anguilla. Dacă calculăm contribuția sau efortul fiecărei țări în scrierea acestui articol raportând numărul de autori dintr-o țară la numărul total de autori, atunci obținem, că contribuția autorilor din SUA este de 0,13, a celor din Germania este de 0,02, iar efortul autorilor din Anguilla a constituit doar 0,003.

Prin urmare, indicatorul *Numărul de citări per document* este un indicator care indică importanța articolului pentru oamenii de știință însă trebuie utilizat în analize și studii comparative cu mare precauție.

În calitate de indicator care ar permite efectuarea analizei comparative a fost propus Indicele de Dezvoltare a Științei (*SDI* – engl. Science Development Index) (Дикусар 1999;

Дикусар, Кужба 2015) care reprezintă raportul dintre cota contribuției în procesul informațional global al unei țări (P_s) și cota populației acestei țări la toată populația Pământului (P_h).

$$SDI = P_s/P_h \quad (3.1)$$

Așa cum indicatorul *PIB pe cap de locuitor* arată nivelul de activitate economică și a vieții populației într-o țară într-o anumită perioadă de timp, *SDI* este propus în calitate de indicator care arată câtă „știință” îi revine unui locuitor al țării.

În Tabelul 3.2 sunt prezentate date pentru zece țări ale lumii cu cele mai mari cote ale contribuției în procesul informațional mondial în toate domeniile științifice în anul 1996 și 2018. În tabel este prezentat și Indicele Hirsch (indexul H, criteriul Hirsch, engl. Hirsch Index, H-index) – indicator propus în 2005 de către fizicianul american Jorge Hirsch (Universitatea din San Diego, California) ca o alternativă la clasicul *SCI* (Hirsch 2005). Indicele H se bazează pe luarea în considerare a numărului de publicații ale cercetătorului și a numărului total de citări ale publicațiilor acestui cercetător. Acesta se calculează pentru fiecare autor și cumulativ pentru fiecare organizație sau țară. Datele prezentate denotă scăderea cotelor contribuției în procesul informațional global în țările tehnologic dezvoltate. Spre exemplu, în Japonia – cu 45%, SUA – cu 24%, Franța – cu circa 20%, Germania – cu 9%, Regatul Unit – cu 7%. Totodată, se atestă o creștere considerabilă a acestor valori în China (de 6,7 ori) și India (de 2,1 ori). Această situație este rezultatul scăderii relative, și nu absolute, a acestor valori. Dovadă a scăderii relative este indicele Hirsch care ține cont atât de numărul de articole, cât și de numărul de citări, cu alte cuvinte, de nivelul de influență asupra procesului informațional mondial.

Tabelul 3.2. Cotele contribuției în procesul informațional global a 10 țări

Țara	Cota contribuției în procesul informațional mondial (P_s)		Indicele Hirsch
	1996	2018	
SUA	28,9%	22,0%	2222
China	2,5%	19,3%	794
Regatul Unit	7,3%	6,8%	1373
Germania	6,4%	5,8%	1203
India	1,8%	5,5%	570
Japonia	7,7%	4,2%	967
Franța	4,8%	3,9%	1094
Italia	3,3%	3,8%	953
Canada	3,6%	3,6%	1102
Australia	2,1%	3,4%	914

Sursa: Calculat de autor în baza datelor disponibile pe portalul Scimago Journal & Country Rank. Accesat: 25.02.2020

Totodată, considerăm, că Indicele Hirsch nu trebuie utilizat în evaluarea organizației sau țării, pentru că la calcularea lui nu se ține cont de scara organizației sau țării.

Unii autori (Глущенко, Глущенко 2016) sunt chiar mai rezervați față de Indicele Hirsch, menționând că acesta este convenabil cercetătorilor „sistemului” de talie medie, care publică un număr mare de publicații și fac schimb de citări cu semenii lor. Pentru un indice Hirsch înalt acești cercetători nu au nevoie de recunoaștere mondială, ei se mulțumesc cu o mică „mafie”. Aceste concluzii au fost făcute în 2013 și confirmate în 2016 în legătură cu implementarea pe larg a schemelor de falsificare a acestui indice, și anume:

- Includerea neargumentată în publicații a referințelor la lucrările administratorilor și organizatorilor științei, conferințelor științifice;
- Înțelegerile între autorii și colective de autori ai publicațiilor de a se cita reciproc;
- Tehnologii ale editurilor științifice pentru ridicarea factorului de impact al revistei și alte acțiuni de manipulare.

De facto, este vorba de o formă de corupere socială și o metodă de falsificare a rezultatelor științifice. Această practică majorează riscul de competență și micșorează efectul resurselor organizației și a tempoului de dezvoltare economică și geopolitică a țării (Глущенко, Глущенко 2016, p. 157).

Condiția obligatorie pentru asigurarea utilizării corecte a indicelui Hirsch este nivelul scăzut de corupere socială în știință, cu care Republica Moldova în prezent nu se poate lăuda. Considerăm că evaluarea activității științifice a cercetătorilor și organizațiilor trebuie efectuată nu doar în baza unor indicatori bibliometrici, dar prin expertiza multilaterală, obiectivă, minuțioasă și discuția publică a rezultatelor științifice obținute.

În Tabelul 3.3. sunt prezentate date similare pentru un șir de țări din Europa de Est, inclusiv Republica Moldova.

Tabelul 3.3. Cotele contribuției în procesul informațional regional a 10 țări din Europa de Est

Țara	Cota contribuției în procesul informațional regional (Ps)		Indicele Hirsch
	1996	2018	
F.Rusă	44,06%	40,20%	540
Polonia	16,23%	20,10%	519
Cehia	7,40%	9,90%	252
Romania	2,09%	6,20%	271
Ucraina	7,90%	5,50%	252
Slovenia	1,99%	2,50%	278
Lituania	0,70%	1,50%	203
Belarus	1,86%	0,90%	172
Georgia	0,40%	0,90%	172
R.Moldova	0,34%	0,20%	106

Sursa: Calculat de autor în baza datelor disponibile pe portalul Scimago Journal & Country Rank.
Accesat: 25.02.2020

Indicatorii incluși se referă la contribuția regională (23 de țări din Europa de Est²²). Din tabel observăm că cotele contribuției în procesul informațional regional sunt în scădere în Belarus (de circa două ori), în Moldova (cu 40%), în Ucraina (cu 30%) și în Rusia (cu 9%). În același timp, valorile *Ps* sunt în creștere în țările-membre UE și Georgia.

În Fig. 3.4 este prezentată dinamica valorilor *SDI* calculată la nivel mondial în 10 țări cu cele mai multe lucrări științifice indexate în Scopus în 2018, datele primare extrase și utilizate la calcularea acestui indicator fiind prezentate în Anexa 1 și Anexa 2.

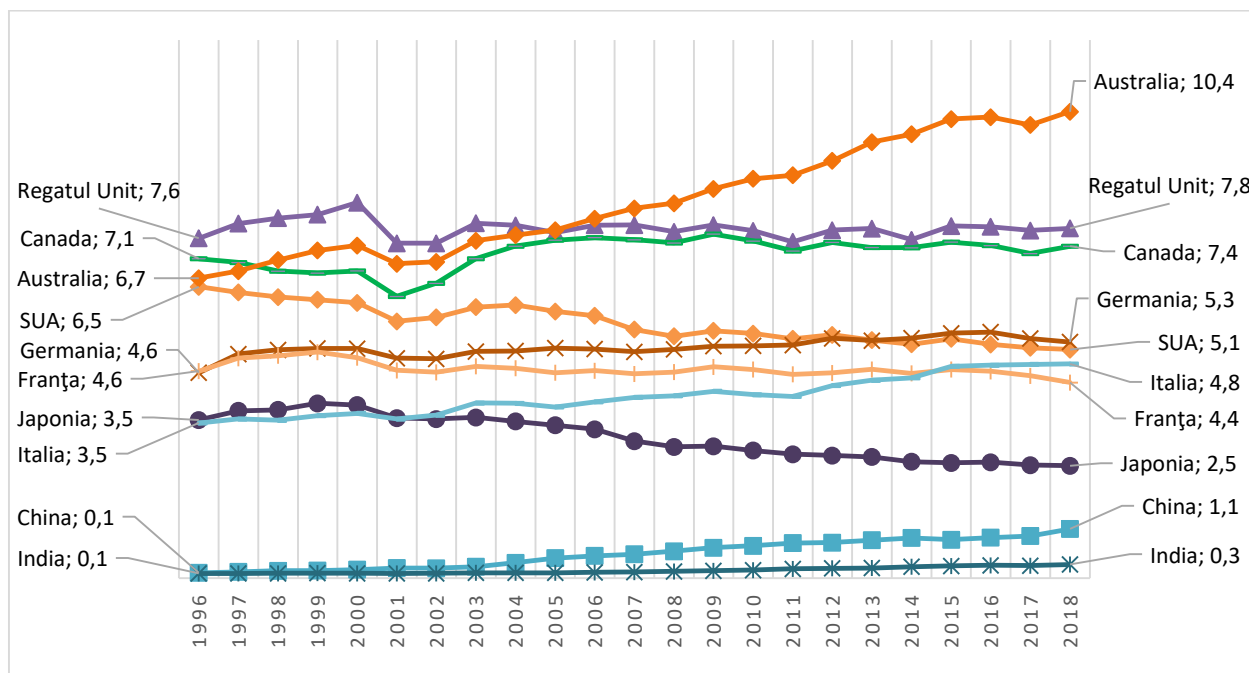


Fig. 3.4. Dinamica *SDI* în 10 țări ale lumii cu cele mai mari valori *Ps* în 2018

Sursa: Calculat de autor în baza datelor disponibile pe portalul Scimago Journal & Country Rank - (*Ps*) și World Bank Open Data - (*Ph*). Accesat: 28.02.2020

Observăm, că chiar dacă cota contribuției în procesul informațional mondial (*Ps*) a Chinei și Indiei a crescut considerabil pe parcursul a 23 de ani (Tab. 3.2), valorile *SDI* rămân a fi mult mai mici în comparație cu țările tehnologic dezvoltate (Fig. 3.4). În același timp, remarcăm creșterea considerabilă în timp a valorilor *SDI* în Australia (de la 6,7 în 1996 până la 10,4 în 2018), Germania (de la 4,6 în 1996 până la 5,3 în 2018), Italia (de la 3,5 în 1996 până la 4,8 în 2018). În Regatul Unit, Canada, Franța valorile *SDI* nu variază mult. O scădere moderată a valorilor *SDI* se observă în SUA (de la 6,5 în 1996 până la 5,1 în 2018) și în Japonia (de la 3,5 în 1996 până la 2,5 în 2018).

²² Albania, Armenia, Azerbaijan, Belarus, Bosnia și Herțegovina, Bulgaria, Cehia, Croația, Estonia, F.Rusă, Georgia, Letonia, Lituania, Macedonia de Nord, Montenegro, Polonia, R.Moldova, România, Serbia, Slovacia, Slovenia, Ucraina, Ungaria

În Fig. 3.5 și 3.6 sunt prezentate valorile *SDI* calculate pentru anii 1996-2018 la nivel regional (Fig. 3.5) și la nivel mondial (Fig. 3.6) în 10 țări ale Europei de Est, calculate în baza datelor prezentate în Anexa 3 și Anexa 4.

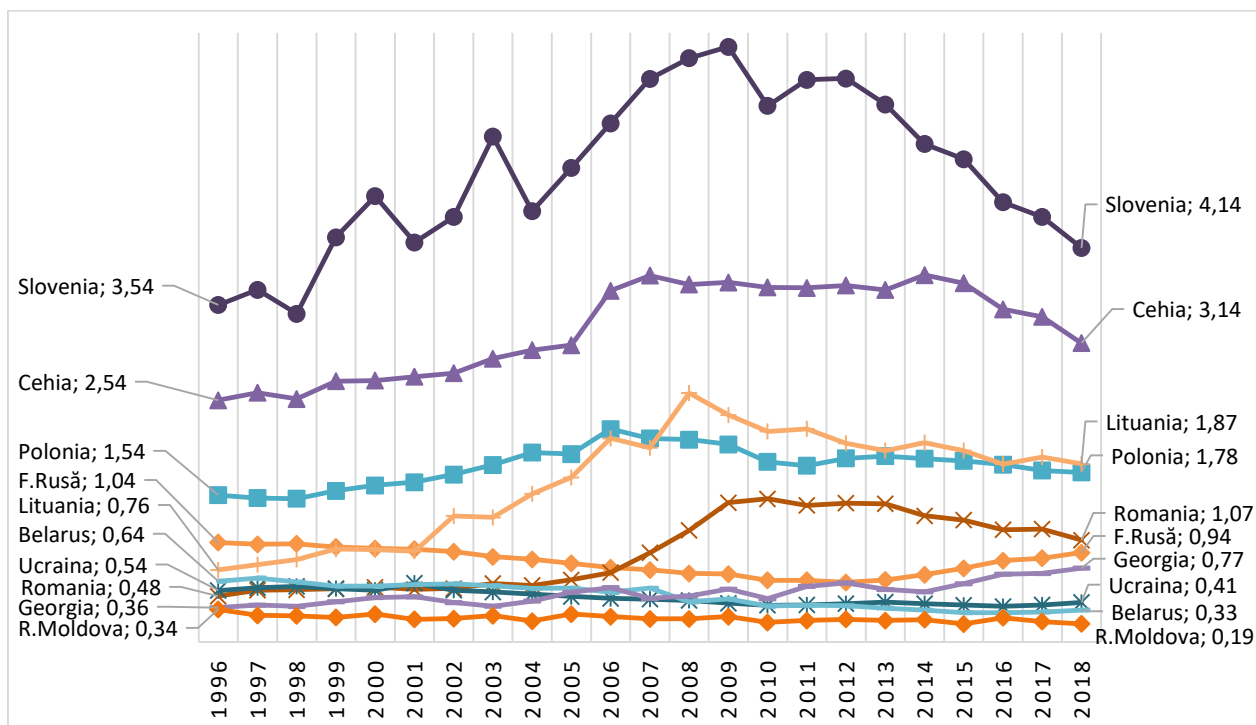


Fig. 3.5. Dinamica *SDI* în 10 țări ale Europei de Est la nivel regional

Sursa: Calculat de autor în baza datelor disponibile pe portalul Scimago Journal & Country Rank - (Ps) și World Bank Open Data - (Ph). Accesat: 28.02.2020

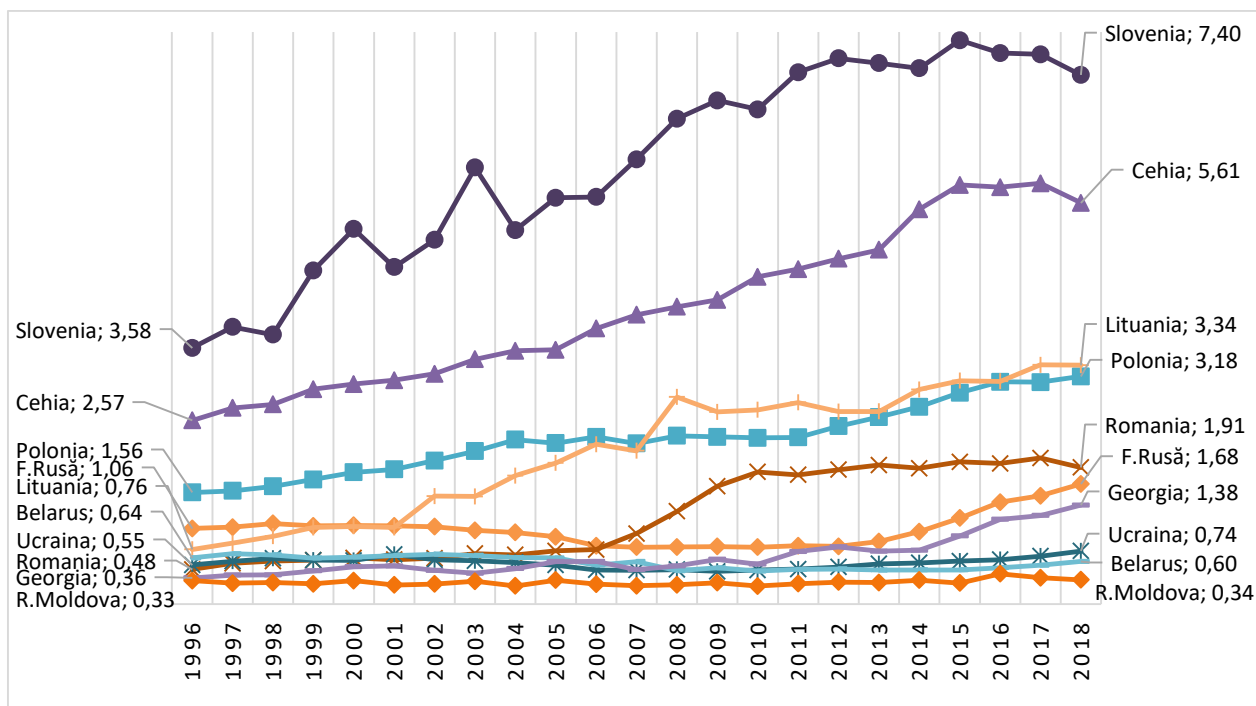


Fig. 3.6. Dinamica *SDI* în 10 țări ale Europei de Est la nivel mondial

Sursa: Calculat de autor în baza datelor disponibile pe portalul Scimago Journal & Country Rank - (Ps) și World Bank Open Data - (Ph). Accesat: 28.02.2020

La nivel regional (Fig. 3.5) valorile *SDI* în 2018 au scăzut în comparație cu 1996 în Rusia, Ucraina, Belarus și Republica Moldova. Totodată, aceste valori au crescut pentru toate țările membre UE.

La nivel mondial (Fig. 3.6) în fostele republici ale Uniunii Sovietice o creștere mai mare a *SDI* se atestă în Georgia (de 3,8 ori). În Rusia și Ucraina valorile *SDI* au crescut de circa 1,5 ori, în Belarus se observă o scădere a acestui indicator de la 0,64 la 0,60, iar în Republica Moldova valorile *SDI* sunt mai mult sau mai puțin stabile.

E de remarcat că o creștere mai dinamică a valorilor *SDI* în țările comunitare atât la nivel regional, cât și mondial se atestă după aderarea acestora la UE (în 2004 – Cehia, Lituania, Polonia și Slovenia; în 2007 – România).

Rezultatele prezentate în Fig. 3.4 – 3.6 denotă faptul că *SDI* este un indicator dinamic și variabil în timp (Дикусар, Мельничееко, Кужба 2017). Mai mult ca atât, în toate țările UE valorile *SDI* sunt mai mari de 1. Totodată, China pentru prima dată a atins valoarea *SDI* egală cu 1 în 2018.

În concluzie, informația științifică este un mediu sinergetic care reprezintă cunoștințele, cu ajutorul căruia este menținut întregul sistem, subsistemele sistemului și cele care generează informația despre cum ar trebui să fie organizat (autoorganizat) sistemul. Altfel spus, informația este o reflecție și măsură a ordinii, structurării și autoorganizării materiei și societății, iar modelul informațional al științei este un sistem autoorganizat care deține caracteristicile sistemelor sinergetice.

3.2. Viziuni privind interdependența sinergetică a sistemului socioeconomic și sistemului CDI al țării

Fără îndoială, știința are impact asupra dezvoltării economice, sociale, culturale, iar tehnologia și inovarea este cel mai important factor de intensificare a producerii bunurilor materiale. În baza implementării tehnologiilor scientintensive se formează o ordine economică mondială nouă. Această dependență este demonstrată de revoluția industrială din sec. XVIII-XIX, revoluția tehnico-științifică din sec. XX și revoluția informațională pe care o retrăim în prezent.

Multiplele lucrări empirice și teoretice confirmă importanța științei în creșterea economică (Pakes, Sokoloff 1996; Czarl, Belovecz 2007; Ganea, Gribincea 2008; Dumitrașco 2011; Gribincea 2012, Naval 2012; Blanco, Prieger 2013; Райнхардт, Коршунов 2014; Khan 2015). Cunoștințele științifice sunt fundamentul inovațiilor, care fiind aplicate în practică reprezintă componenta de bază a economiei. Chiar dacă eficacitatea științei fundamentale este greu de demonstrat, în practică rezultatele cercetărilor fundamentale au dus la numeroase aplicații

importante, aproape fără excepție, care nu au fost anticipate în momentul în care au fost efectuate (Райнхардт, Коршунов 2014).

Tranziția societății moderne în faza postindustrială și informațională de dezvoltare necesită o interpretare diferită a rolului științei și inovării în viața socială și economică. În această perioadă cercetarea, dezvoltarea și inovarea nu este doar importantă, dar joacă un rol fundamental, deschide oportunități noi în dezvoltarea tehnologiilor, industriei, ocrotirii sănătății și mediului ambiant.

Influența sistemului socioeconomic asupra sistemului de cercetare, dezvoltare și inovare și viceversa este cercetată mai puțin. Reamintim totuși că în conformitate cu teoria sistemelor complexe între sistemul/subsistemul superior și subsistemul de nivel inferior există interacțiuni și interdependență. Vom încerca să demonstrăm acest lucru.

Analiza unor astfel de interdependențe este extrem de importantă, întrucât de nivelul de dezvoltare socioeconomic al țării se fac responsabili decidenții la cel mai înalt nivel al statului, iar aceștia nu întotdeauna (inclusiv în Republica Moldova) conștientizează importanța și necesitatea dezvoltării științei. Totuși, analiza cantitativă a interdependenței respective poate fi efectuată în cazul în care există indicatori scientometrici și indicatori ai sistemului socioeconomic.

Pentru analiză în calitate de indicator scientometric este utilizat *Indicele de Dezvoltare a Științei (SDI)* descris mai sus, care reflectă nivelul de dezvoltare a științei prin prisma fluxurilor informaționale, iar în calitate de indicator al nivelului de dezvoltare socioeconomică este utilizat *Indicele de Dezvoltare Umană* (engl. *Human Development Index – HDI*), calculat anual de către o comisie specială a PNUD și care reprezintă o măsură comparativă a speranței de viață, alfabetizării, învățământului și nivelului de trai într-o țară. *HDI* este un indicator integral, la calcularea căruia se ia în considerație numărul populației fiecărei țări în parte. Spre exemplu, la calcularea nivelului de dezvoltare economică este utilizat *PIB*-ul pe cap de locuitor ținând cont de paritatea puterii de cumpărare. Prin urmare, analiza corelațională pentru *HDI* și *SDI* poate fi efectuată.

Conform rapoartelor de dezvoltare umană (<http://hdr.undp.org/en/global-reports>), în funcție de nivelul *HDI*, toate țările sunt clasificate în patru grupe: țări cu *HDI* foarte înalt, înalt, mediu și scăzut. Spre exemplu, conform raportului din 2019, în 2018 Rusia și România se poziționează în categoria țărilor cu un nivel foarte înalt de dezvoltare, iar Ucraina și Republica Moldova se încadrează în categoria țărilor cu un nivel înalt de dezvoltare (Anexa 5).

În Fig. 3.7-3.9 este reflectată corelația dintre HDI și SDI: în 27 țări ale UE (Fig. 3.7), în 12 țări din fosta URSS²³ (Fig. 3.8) și în 7 țări din Asia de Sud și de Est²⁴ (Fig. 3.9). În Anexa 6 și Anexa 7 sunt prezentate datele primare utilizate pentru calcularea valorilor SDI.

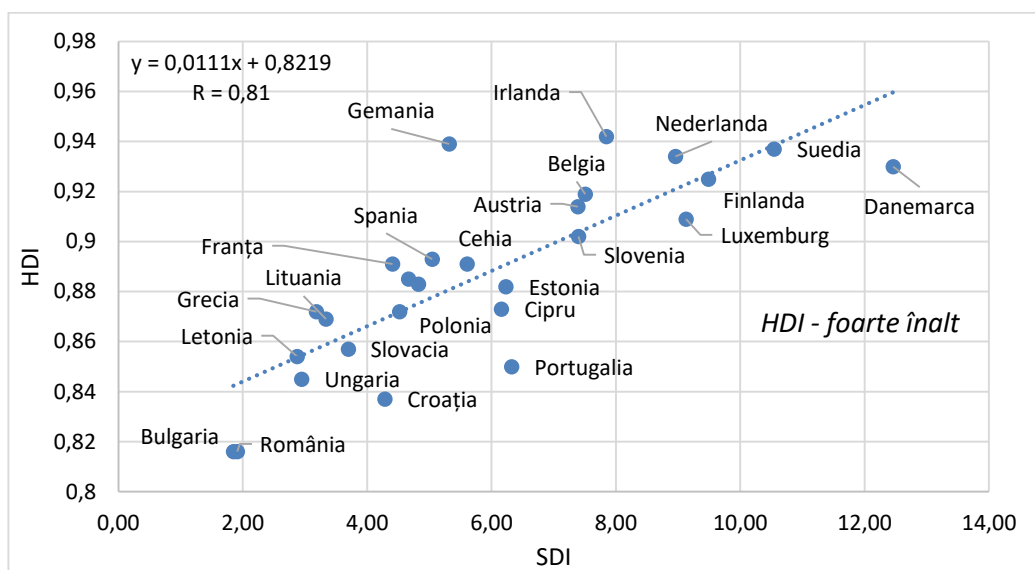


Fig. 3.7. Corelația dintre HDI și SDI în 27 țări ale UE (anul 2018)

Sursa: HDI - Raportul Dezvoltării Umane 2019 - <http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr2019.pdf>, SDI - calculat de autor în baza datelor disponibile pe portalul Scimago Journal & Country Rank - <https://www.scimagojr.com/> (Ps) și World Bank Open Data - <https://data.worldbank.org/> (Ph). Accesat: 05.03.2020

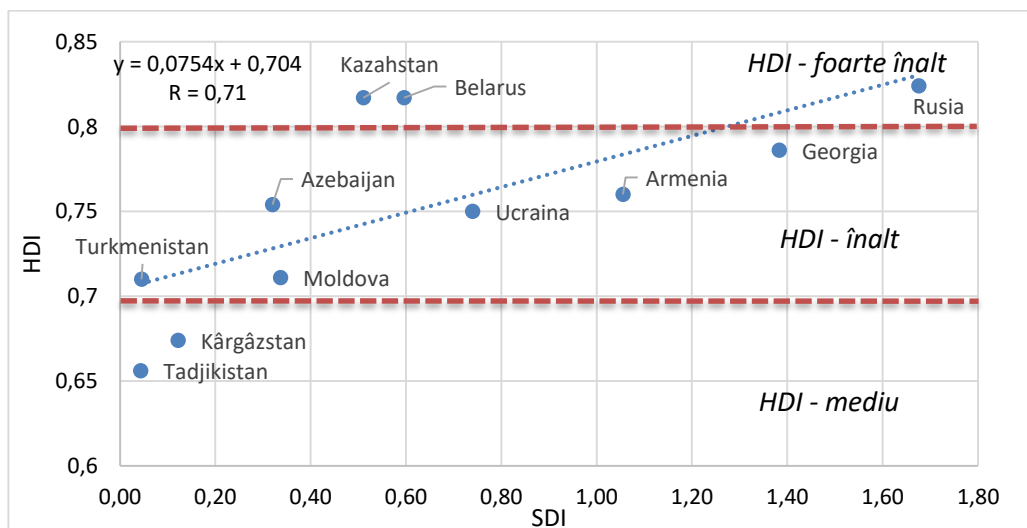


Fig. 3.8. Corelația dintre HDI și SDI în 11 țări ale fostei URSS (anul 2018)

Sursa: HDI - Raportul Dezvoltării Umane 2019 - <http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr2019.pdf>, SDI - calculat de autor în baza datelor disponibile pe portalul Scimago Journal & Country Rank - <https://www.scimagojr.com/> (Ps) și World Bank Open Data - <https://data.worldbank.org/> (Ph). Accesat: 05.03.2020

²³ Armenia, Azerbaidjan, Belarus, Georgia, Kazahstan, Kârgâzstan, R.Moldova, Rusia, Tadjikistan, Turkmenistan, Ucraina, Uzbekistan

²⁴ China, Coreea de Sud, Hong Kong, India, Indonezia, Singapore, Vietnam

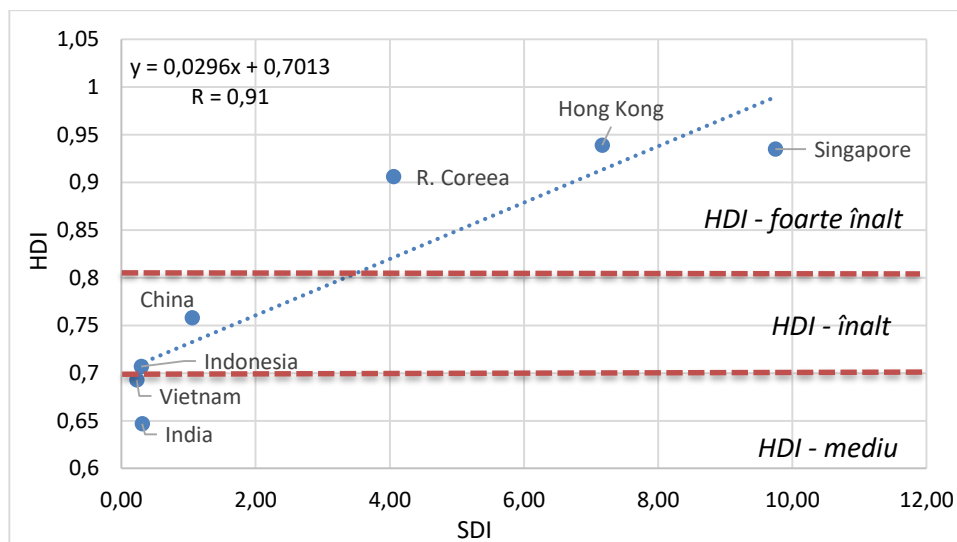


Fig. 3.9. Corelația dintre HDI și SDI în 7 țări din Asia de Sud și de Est (anul 2018)

Sursa: HDI - Raportul Dezvoltării Umane 2019 - <http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr2019.pdf>, SDI - calculat de autor în baza datelor disponibile pe portalul Scimago Journal & Country Rank - <https://www.scimagojr.com/> (Ps) și World Bank Open Data - <https://data.worldbank.org/> (Ph). Accesat: 05.03.2020

În pofida așteptărilor de a avea o dispersie a datelor mai mare (nivelul de dezvoltare socioeconomică depinde de mulți factori, nu doar de nivelul de dezvoltare a științei, și invers), datele din Fig. 3.7 – 3.9 denotă o corelație evidentă pozitivă și puternică dintre *Indicele de Dezvoltare Umană* și *Indicele de Dezvoltare a Științei* pentru țări din diferite regiuni ale lumii.

În Fig. 3.10 este prezentată corelația dintre HDI și SDI pentru toate 45 de țări, analizate mai sus.

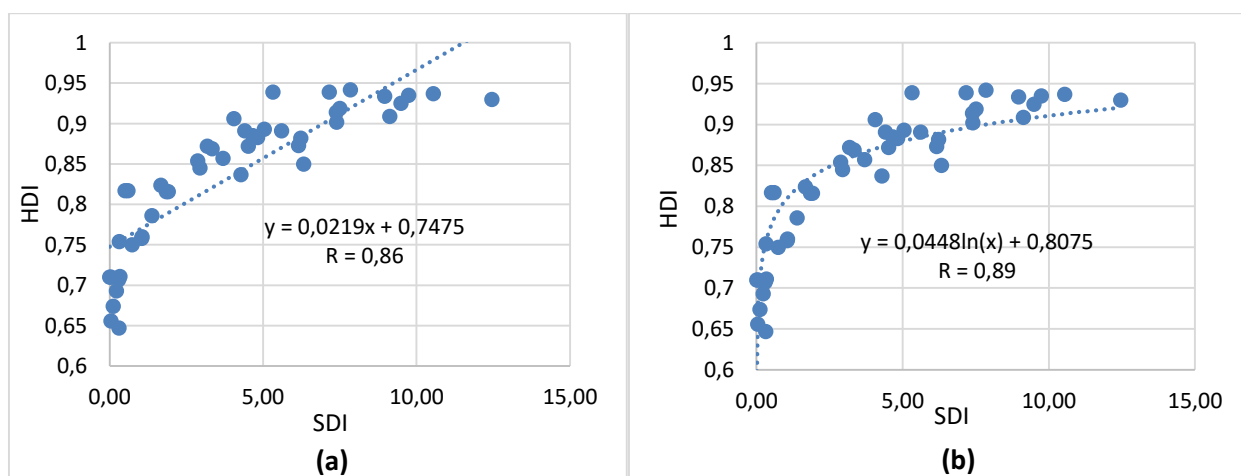


Fig. 3.10. Corelația dintre HDI și SDI în 45 de țări (anul 2018)

(a) – cu linia de tendință lineară; (b) – cu linia de tendință logaritmică

Sursa: HDI - Raportul Dezvoltării Umane 2019 - <http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr2019.pdf>, SDI - calculat de autor în baza datelor disponibile pe portalul Scimago Journal & Country Rank - <https://www.scimagojr.com/> (Ps) și World Bank Open Data - <https://data.worldbank.org/> (Ph). Accesat: 05.03.2020

Corelația logaritmică dintre HDI și SDI (figura 3.10 (b)) este mai puternică decât cea liniară (Fig. 3.10 (a)). Corelația calculată prin formula

$$HDI = a LgSDI + b \quad (3.2)$$

permite determinarea coeficientului de corelație R (adică, evaluarea interdependenței puternice sau slabe dintre parametri analizați), precum și determinarea coeficienții a și b în formula (3.2), coeficientul a fiind nu altceva decât coeficientul de impact al științei asupra nivelului de dezvoltare socioeconomică. În Tab. 3.4 sunt prezentate rezultatele obținute, precum și abaterile standard pentru diferite grupe de țări. Datele din tabel denotă, că în țările UE sunt cele mai mari valori ale HDI și SDI , legătura dintre acești indicatori fiind foarte strânsă (valorile coeficientului de corelație R sunt foarte înalte), și impactul științei asupra HDI este mai mare (valorile coeficientului a fiind mai înalte).

Tabelul 3.4. Coeficienții de corelație și de impact al științei asupra nivelului de dezvoltare socioeconomică

Regiunea / țara	R	a	b
UE	0,85 ± 0,03	0,06 ± 0,005	0,77 ± 0,014
Republici ex-sovietice	0,76 ± 0,03	0,03 ± 0,003	0,74 ± 0,043
Asia de Sud și de Est	0,89 ± 0,04	0,05 ± 0,008	0,76 ± 0,026

Sursa: HDI - Raportul Dezvoltării Umane 2019 - <http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr2019.pdf>,
SDI - calculat de autor în baza datelor disponibile pe portalul Scimago Journal & Country Rank - <https://www.scimagojr.com/> (Ps) și World Bank Open Data - <https://data.worldbank.org/> (Ph).
Accesat: 10.03.2020

O corelație mai mică dintre HDI și SDI se atestă în fostele republici URSS, acest fapt este condiționat de caracteristicile esențiale ale dependențelor observate pentru diferite state prezentate în Fig. 3.7 – 3.9. Din Fig. 3.8 observăm, că în partea superioară a liniei de tendință se poziționează țările care dețin resurse energetice proprii (Rusia, Azerbaidjan, Kazahstan, Turkmenistan) și acele care au tarife preferențiale la aceste resurse (Belarus), iar în partea inferioară se situează țările care nu dețin resurse energetice sau le dețin în proporții limitate. Este evident, că pentru primul grup de țări valorile HDI sunt considerabil mai înalte, chiar dacă nivelul de dezvoltare a științei este mai mic, deoarece țările care dețin resurse energetice au posibilitatea să-și dezvolte economia (și, respectiv, celelalte componente ale HDI) din contul acestor resurse.

Indubitabil, știința și nivelul de dezvoltare socioeconomică sunt interdependente, fapt confirmat de rezultatele prezentate în Fig. 3.10 (b), dar concomitent concluzionăm, că pentru țările care nu dețin resurse energetice proprii, practic singura cale de dezvoltare economică a țării este dezvoltarea științei.

Vom menționa faptul că corelația prezentată denotă legătura puternică pozitivă, dar care nu ne spune care parametru este primar și care este secundar.

În Fig. 3.11 este prezentată dinamica în timp a coeficientului a din formula (3.2) pentru aceleași grupuri de țări.

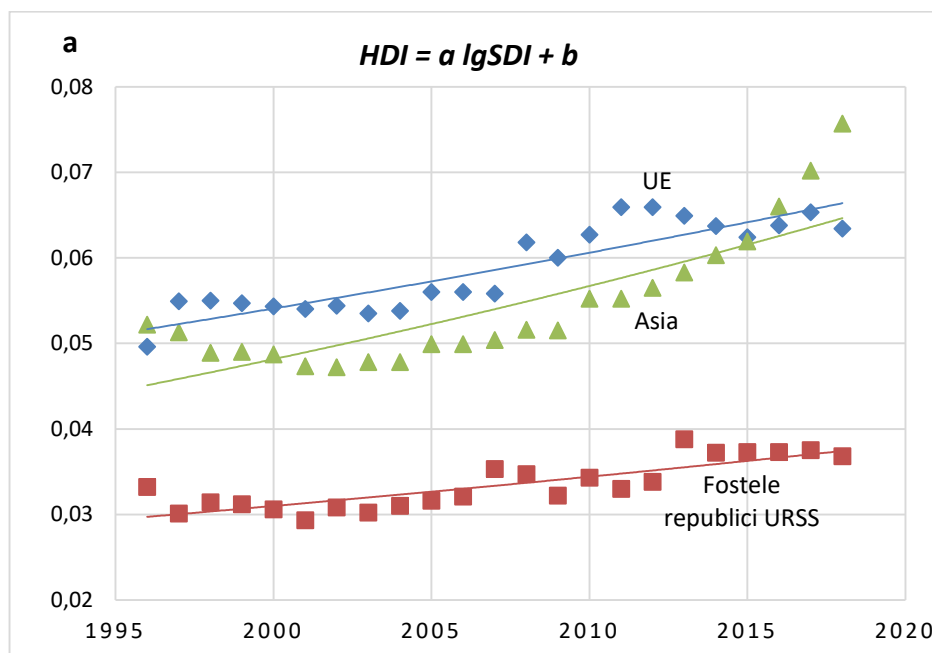


Fig. 3.11. Dinamica coeficientului a în 3 grupuri de țări

Sursa: *HDI - Raportul Dezvoltării Umane 2019* - <http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr2019.pdf>,
SDI - calculat de autor în baza datelor disponibile pe portalul Scimago Journal & Country Rank -
<https://www.scimagojr.com/> (P_s) și *World Bank Open Data* - <https://data.worldbank.org/> (P_h).
 Accesat: 12.03.2020

Observăm creșterea în timp a coeficientului a în toate grupurile de țări. Totuși, în UE valorile coeficientului a cresc mai repede decât în fostele republici URSS, iar în țările din Asia în ultimii ani chiar mai repede decât în UE. Sensul acestui coeficient constă în nivelul de impact al *SDI* asupra *HDI*. Acest fapt este foarte important, deoarece se observă o dependență similară atât în cazurile în care *SDI* scade în timp, cât și în cazurile când acesta crește. Și nu e de mirare, pentru că valoarea P_s care determină indicele *SDI* este o valoare relativă, și chiar în cazul creșterii valorilor absolute (numărul de publicații), valoarea relativă a unei țări concrete poate scădea.

Totuși, pare a fi evident că orice reducere a finanțării științei (în special pentru țările care nu dețin resurse energetice proprii) provoacă inevitabil și scăderea nivelului de dezvoltare socioeconomică a țării, pentru care se face responsabilă conducerea statului. Anume din acest motiv în țările UE, unde finanțarea științei este menținută la nivel de circa 3% din PIB, valorile *HDI* și *SDI* sunt considerabil mai înalte.

Mai mult decât atât, conform datelor prezentate în Fig. 3.6, aderarea la UE (și, respectiv, majorarea finanțării științei) a fostelor țări-membre ale Tratatului de la Varșovia, a dus la creșterea atât a indicatorilor din domeniul științei, cât și a nivelului de dezvoltare socioeconomică în aceste țări. Astfel, credem că una din cauzele nivelului foarte scăzut al dezvoltării socioeconomice în Republica

Moldova constă în finanțarea insuficientă a științei și neconștientizarea de către factorii de decizie a rolului științei pentru societate.

Cu referire la interdependența finanțării științei asupra valorilor *SDI* pentru fostele republici URSS, aceasta poate fi observată în Fig. 3.12, în care este prezentată corelația dintre *SDI* și cheltuielile interne brute pentru cercetare și dezvoltare (*GERD*), % din PIB.

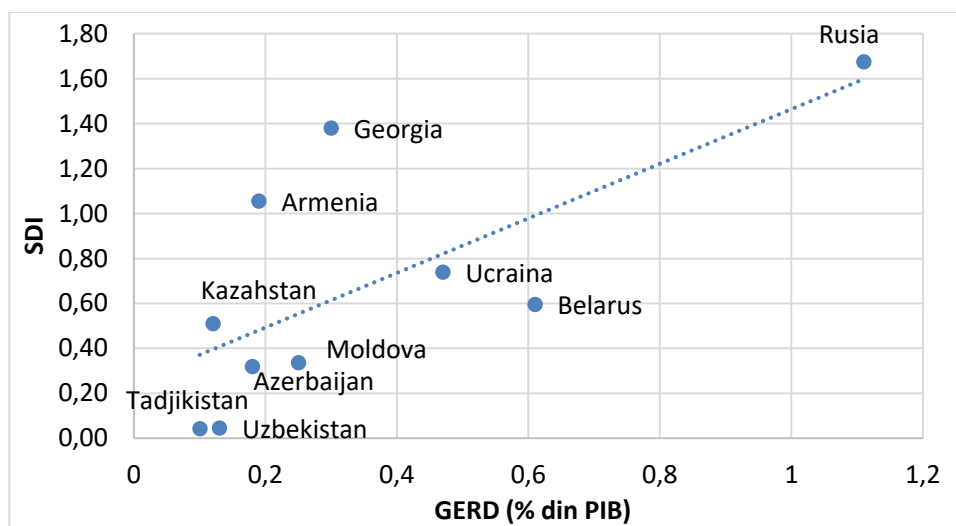


Fig. 3.12. Corelația dintre *SDI* și cheltuielile interne brute pentru C&D (% din PIB) (anul 2018)

Sursa: *GERD (% din PIB)* – baza de date a Institutului de Statistică UNESCO - <http://data.uis.unesco.org/>; *SDI* - calculat de autor în baza datelor disponibile pe portalul Scimago Journal & Country Rank - <https://www.scimagojr.com/> (Ps) și World Bank Open Data - <https://data.worldbank.org/> (Ph). Accesat: 12.03.2020

Atestăm o dependență liniară pozitivă, coeficientul de corelație fiind de 0,7. Totuși, această situație are loc în țările unde finanțarea științei din bugetul de stat constituie partea leului.

În Tabelul 3.5 sunt prezentate date cu privire la cheltuielile interne brute pentru cercetare-dezvoltare (*GERD* – % din PIB), cota cheltuielilor guvernamentale și valorile *SDI* pentru anul 2018 în fostele republici sovietice. Observăm, că valoarea medie a *GERD* constituie 0,31% din PIB, din care în medie peste 65% sunt cheltuieli guvernamentale.

Un alt tablou poate fi observat în țările cu un nivel înalt de dezvoltare a științei ($SDI \geq 5$). În aceste țări media *GERD* este de 3,12% din PIB, cota medie a cheltuielilor guvernamentale fiind de 26,6% (Tabelul 3.6).

Tabelul 3.5. Indicatorii de finanțare a științei în fostele republici ale URSS (anul 2018)

Țara	GERD, % din PIB	Cota cheltuieli guvernamentale (%)	SDI
Armenia	0,19	68,7	1,06
Azerbaidjan	0,18	68,7	0,32
Belarus	0,61	41,8	0,60
Georgia	0,30	42,5	1,38
Kazahstan	0,12	44,5	0,51
Kârgâzstan	0,11	89,5	0,12
Moldova	0,25	76,7	0,34
Rusia	1,11	66,2	1,68
Tadjikistan	0,10	100,0	0,04
Uzbekistan	0,12	54,3	0,05
Media	0,31	65,3	

Sursa: Baza de date a Institutului de Statistică UNESCO - <http://data.uis.unesco.org/>; SDI - calculat de autor în baza datelor disponibile pe portalul Scimago Journal & Country Rank -

<https://www.scimagojr.com/> (Ps) și World Bank Open Data - <https://data.worldbank.org/> (Ph).

Accesat: 12.03.2020

Tabelul 3.6. Indicatorii de finanțare a științei în unele țări cu SDI > 5 (anul 2018)

Țara	GERD, % din PIB	% cheltuieli guvernamentale	SDI
Austria	3,16	29,5	7,4
Danemarca	3,06	28,6	12,5
Elveția	3,3	24,4	13,9
Finlanda	2,76	28,9	9,5
Germania	3,02	28,5	5,3
Islanda	2,13	34,5	12,8
Israel	4,54	13,5	6,2
SUA	2,79	22,8	5,1
Suedia	3,33	28,3	10,55
Media	3,12	26,6	

Sursa: Baza de date a Institutului de Statistică UNESCO - <http://data.uis.unesco.org/>; SDI - calculat de autor în baza datelor disponibile pe portalul Scimago Journal & Country Rank -

<https://www.scimagojr.com/> (Ps) și World Bank Open Data - <https://data.worldbank.org/> (Ph).

Accesat: 12.03.2020

Evident că în acest caz la fel avem de a face cu un sistem neliniar și prezența reacției inverse pozitive, care este rezultat nu doar al nivelului de dezvoltare a științei și de dezvoltare socioeconomică a țării (Fig. 3.10), ci și a dinamicii semnificativ mai eficiente a influenței științei asupra indicilor de dezvoltare umană (*HDI*), prezentată în Fig. 3.11.

Totuși, formula de calcul a *SDI* ia în considerare doar publicațiile științifice, care nu reflectă tot sistemul de cercetare, dezvoltare și inovare, ci mai cu seamă cercetarea fundamentală și mai puțin cercetarea aplicativă, dezvoltarea tehnologică, inovarea. Potrivit lui Rohan (2009) știința și tehnologia nu poate fi măsurată la direct. Rezultatele de ieșire directe ale științei și tehnologiei sunt publicațiile și brevetele (Fig. 3.13).

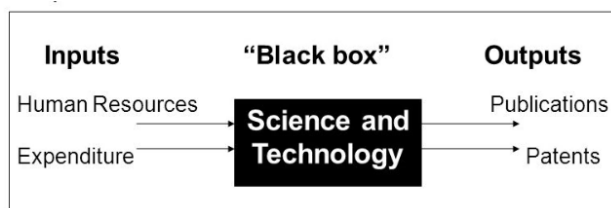


Fig. 3.13. Reprezentarea indicatorilor utilizați pentru măsurarea științei și tehnologiei
 Sursa: (Rohan, 2009)

Prin urmare, pentru a avea un tablou mai obiectiv privind nivelul de dezvoltare a sistemului de cercetare, dezvoltare și inovare se propune a completa Formula (3.1) astfel, încât să fie luate în calcul și brevetele.

Organizația Mondială a Proprietății Intelectuale – OMPI (engl. World Intellectual Property Organization – WIPO) publică pe portalul său <http://www.wipo.int/portal/en/index.html> date statistice cu privire la numărul de brevete înregistrate în oficiile de proprietate intelectuală naționale și internaționale din toată lumea (anexa 8). Parametrul *Numărul de brevete cu autori din țara analizată*, indiferent de țara oficiului unde a fost acesta înregistrat, îl vom include în formulă, iar indicatorul calculat îl vom numi *Indicele de Dezvoltare a Științei și Tehnologiei (Science and Technology Development Index – STDI)*. Pentru calcularea *STDI* vom folosi formula

$$STDI = Ps/Ph + Pt/Ph \quad (3.3)$$

unde:

P_s – cota contribuției țării în procesul informațional,

P_t – cota contribuției țării în procesul tehnologic,

P_h – cota populației acestei țări în populația totală a Pământului.

În Fig. 3.14 este prezentată corelația dintre *HDI* și *STDI* în aceleași 45 de țări, care au fost analizate mai sus. Observăm, că între acești indicatori există o legătură și mai mare, coeficientul de corelație R fiind egal cu 0,91 în comparație cu 0,89 prezentat în Fig. 3.10 (b).

Rezultatele calculelor conform formulei

$$HDI = aLgSTDI + b \quad (3.4)$$

a coeficientului de corelație R și a coeficienților a și b pentru fiecare grup de țări sunt prezentate în Tabelul 3.7.

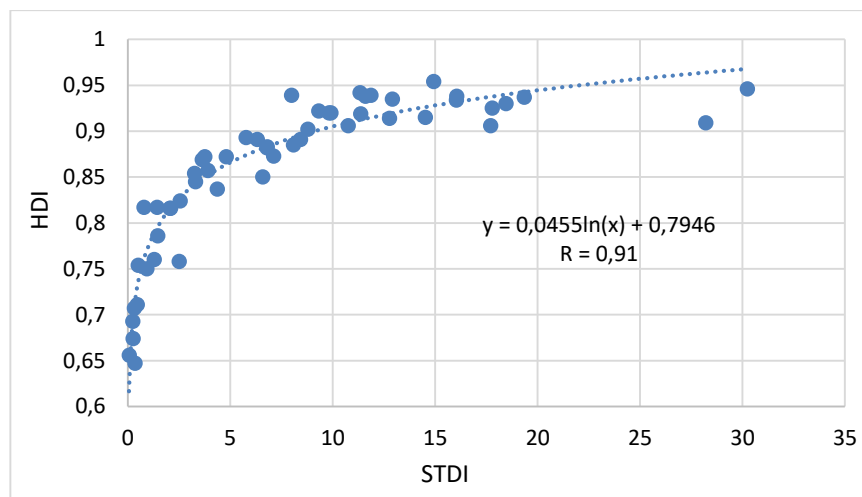


Fig. 3.14. Corelația dintre HDI și STDI în 45 de țări (anul 2018)

Sursa: HDI - Raportul Dezvoltării Umane 2019 - <http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr2019.pdf>,

STDI - calculat de autor în baza datelor disponibile pe portalul Scimago Journal & Country Rank - <https://www.scimagojr.com/> (Ps), portalul OMPI - <http://www.wipo.int/portal/en/index.html> (Pt) și World Bank Open Data - <https://data.worldbank.org/> (Ph).

Accesat: 29.03.2020

Tabelul 3.7. Coeficienții de corelație și de impact al științei și tehnologiei asupra nivelului de dezvoltare socioeconomică calculați pentru perioada 1996-2018

Regiunea / țara	R	<i>a</i>	<i>b</i>
UE	0,91 ± 0,03	0,05 ± 0,0	0,76 ± 0,04
Republici ex-sovietice	0,78 ± 0,11	0,03 ± 0,008	0,72 ± 0,07
Asia de Sud și de Est	0,89 ± 0,02	0,05 ± 0,004	0,74 ± 0,04

Sursa: HDI - Raportul Dezvoltării Umane 2019 -

<http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr2019.pdf>, STDI - calculat de autor în baza datelor disponibile pe portalul Scimago Journal & Country Rank - <https://www.scimagojr.com/> (Ps), portalul OMPI - <http://www.wipo.int/portal/en/index.html> (Pt) și World Bank Open Data - <https://data.worldbank.org/> (Ph).

Accesat: 29.03.2020

Comparând datele prezentate în Tabelul 3.7 cu cele din Tabelul 3.4 observăm, că coeficientul de corelație dintre *HDI* și *STDI* a crescut în țările-membre UE de la 0,85 până la 0,91. Prin urmare, în țările-membre UE componenta tehnologică (de inovare) oferă o valoare adăugată în dezvoltarea socioeconomică.

În țările din Asia de Sud și de Est coeficientul de corelație este neschimbat (0,89) atât dintre *HDI* și *SDI* cât și dintre *HDI* și *STDI*, însă abaterea standard este mai mică în cazul calculării coeficientului de corelație dintre *HDI* și *STDI*, prin urmare valorile coeficientului de corelație sunt mai stabile.

În fostele republici ale URSS coeficientul de corelație a crescut de la 0,76 până la 0,78, însă s-a majorat considerabil și dispersia acestuia de la 0,03 până la 0,11. Acest fapt vorbește despre instabilitatea mai mare în sistemele de cercetare, dezvoltare și inovare naționale în aceste

țări, care, după părerea noastră, este legată nu doar de finanțarea critică a sistemului CDI, dar în special de cota foarte mare a cheltuielilor guvernamentale în aceste țări (peste 65%) prezentată în Tab. 3.5, și, respectiv, cota foarte mică a cheltuielilor din alte sectoare decât cel guvernamental, în special privat, investițiile în CDI ale cărora sunt axate în special în tehnologii noi și inovații.

Dezvoltarea științei și tehnologiei în societate are aspect multifuncțional. Indicatorii cantitativi care caracterizează „nivelul de viață” sau, mai bine spus „nivelul de civilizație” al societății sunt rezultatul influenței reciproce a proceselor de dezvoltare (sau degradare) a cel puțin trei subsisteme care determină nivelul de dezvoltare socioeconomică într-o țară: resursa economică a societății; resursa intelectuală; resursa culturală. Anume interacțiunea și influența reciprocă a acestor subsisteme prin intermediul legăturilor inverse (pozitive sau negative) determină nivelul de dezvoltare socioeconomică a țării. Pare evident că sistemul în general este un sistem autoorganizat, care este dirijat de fluxurile investiționale (inclusiv cele apărute în interiorul sistemului, în particular din subsistemul economic) grație canalelor de legătură existente între subsisteme.

În concluzie, nivelul de dezvoltare a științei și tehnologiei și nivelul de dezvoltare socioeconomică a țării sunt interdependente, fapt confirmat de rezultatele prezentate mai sus, dar concomitent concluzionăm că pentru țările care nu dețin resurse energetice proprii, singura cale de dezvoltare economică a țării este dezvoltarea științei și tehnologiei. Anume în această categorie de țări se include și Republica Moldova. Este evident că resursele limitate sau reducerea finanțării sistemului de cercetare-dezvoltare provoacă inevitabil stagnarea sau scăderea nivelului de dezvoltare socioeconomică a țării. Anume din acest motiv în țările UE, unde finanțarea științei este menținută la nivel de circa 3% din PIB, valorile HDI și STDI sunt considerabil mai mari.

Cu referire la sistemul CDI din Republica Moldova credem că elaborarea și implementarea cadrului legislativ și normativ pentru stimularea investițiilor private în știință și tehnologie și atragerea mediului de afaceri în activitățile CDI este unul din momente-cheie, pe care le considerăm importante în majorarea resurselor financiare și umane în sistemul CDI, și care la rândul lor ar avea impact pozitiv asupra creșterii nivelului de dezvoltare socioeconomică a țării.

3.3. Organizarea și autoorganizarea rețelei de colaborare științifică în sistemul CDI din Republica Moldova

După cum a fost arătat în § 2.2, intensificarea colaborării științifice este o tendință globală, care reprezintă interacțiunea sinergică dintre cercetători din diferite organizații și țări, lucrările științifice scrise în coautorat fiind rezultat al colaborării științifice.

Pentru analiza procesului de colaborare a oamenilor de știință din Republica Moldova au fost extrase și analizate lucrările indexate în Scopus publicate în anii 2000, 2010, 2020. A fost calculat numărul de autori ai fiecărei lucrări și formate 7 grupuri în funcție de numărul de autori: 1 autor, 2-3 autori, 4-6 autori, 7-10 autori, 11-20 autori, 21-35 autori, peste 35 de autori. Datele obținute sunt prezentate în Tabelul 3.8 atât în valori absolute, cât și în valori relative.

Tabelul 3.8. Numărul de articole și cota acestora în funcție de numărul de autori

Nr. autori ai lucrărilor	2000		2010		2020	
	Nr. articole	Cota	Nr. articole	Cota	Nr. articole	Cota
1	54	21,4%	35	11,1%	80	13,4%
2-3	86	34,1%	104	33,0%	121	20,3%
4-6	82	32,5%	104	33,0%	184	30,9%
7-10	27	10,7%	57	18,1%	117	19,7%
11-20	2	0,8%	10	3,2%	60	10,1%
21-35	0	0,0%	0	0,0%	12	2,0%
>35	1	0,4%	5	1,6%	21	3,5%
Total	252	100%	315	100%	595	100%

Sursa: Calculat de autor în baza datelor din Scopus. Accesat: 20.03.2021

Un tablou mai evident privind tendința de colaborare dintre autori în cadrul scrierii lucrărilor științifice este prezentat în Fig. 3.15.

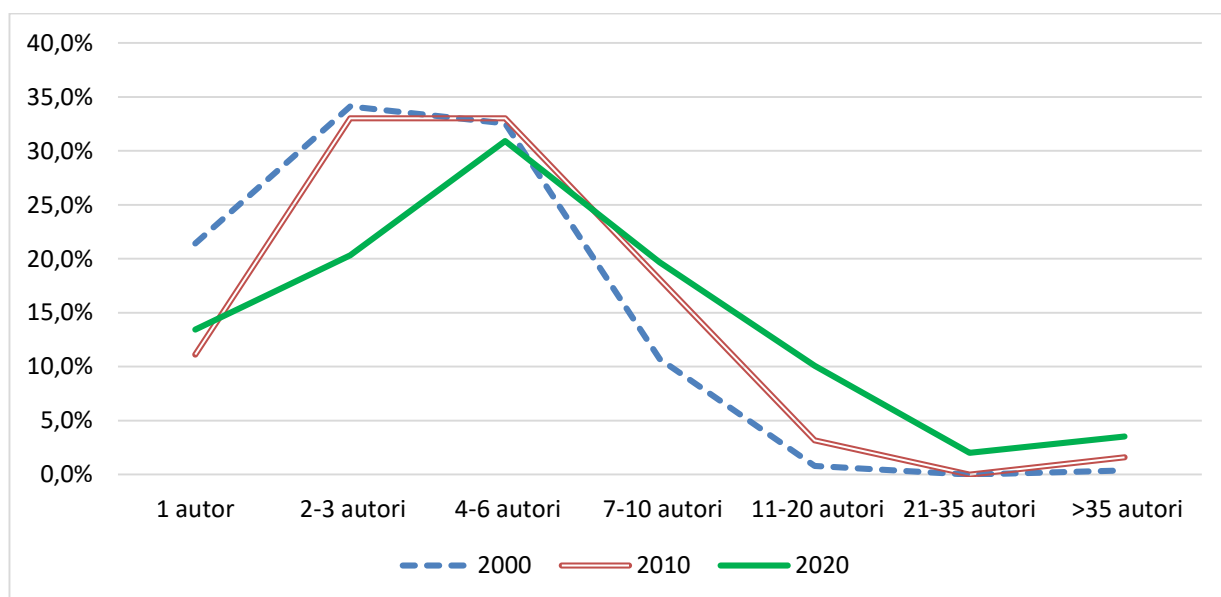


Fig. 3.15. Colaborarea în cadrul publicațiilor în 2000, 2010 și 2020

Sursa: Elaborat de autor în baza datelor din Scopus. Accesat 20.03.2021

Datele prezentate în Fig. 3.15 denotă o creștere în timp a cotei publicațiilor cu mai mulți autori. Astfel, dacă cota publicațiilor cu un autor în 2000 era de 21,4%, atunci în 2020 această valoare a scăzut până la 13,4%. În același timp, cota lucrărilor cu 7-10 autori a crescut de la 10,7% în 2000 până la 19,7% în 2020. A crescut considerabil și cota lucrărilor cu 11-20 de autori, de la 0,8% în 2000 până la 10,1% în 2020. Vom menționa, că dacă în 2000 a fost publicat doar un articol

cu peste 35 de autori, atunci în 2010 valoarea acestui indicator a crescut până la 5 lucrări, iar în 2020 au fost publicate deja 21 de articole cu peste 35 de autori. Din datele prezentate mai sus este evident că nivelul de colaborare crește, însă această colaborare se datorează colaborării naționale sau internaționale?

În Tabelul 3.9 sunt prezentate datele în numărul de autori din Republica Moldova în lucrările științifice publicate în 2000, 2010 și 2020 și indexate în Scopus.

Tabelul 3.9. Colaborarea autorilor din Republica Moldova în cadrul publicării științifice

Nr. autori din R. Moldova	2000		2010		2020	
	Nr. articole	Cota	Nr. articole	Cota	Nr. articole	Cota
1	107	42,5%	133	42,2%	294	49,4%
2	62	24,6%	69	21,9%	102	17,1%
3	36	14,3%	52	16,5%	70	11,8%
4	16	6,3%	28	8,9%	44	7,4%
5	17	6,7%	15	4,8%	34	5,7%
6	7	2,8%	13	4,1%	23	3,9%
7	5	2,0%	3	1,0%	17	2,9%
8	2	0,8%	2	0,6%	4	0,7%
9	0	0,0%	0	0,0%	3	0,5%
10	0	0,0%	0	0,0%	4	0,7%
Total	252	100%	315	100%	595	100%

Sursa: Calculat de autor în baza datelor din Scopus. Accesat: 20.03.2021

Datele relative din Tabelul 3.9 sunt prezentate în Fig. 3.16.

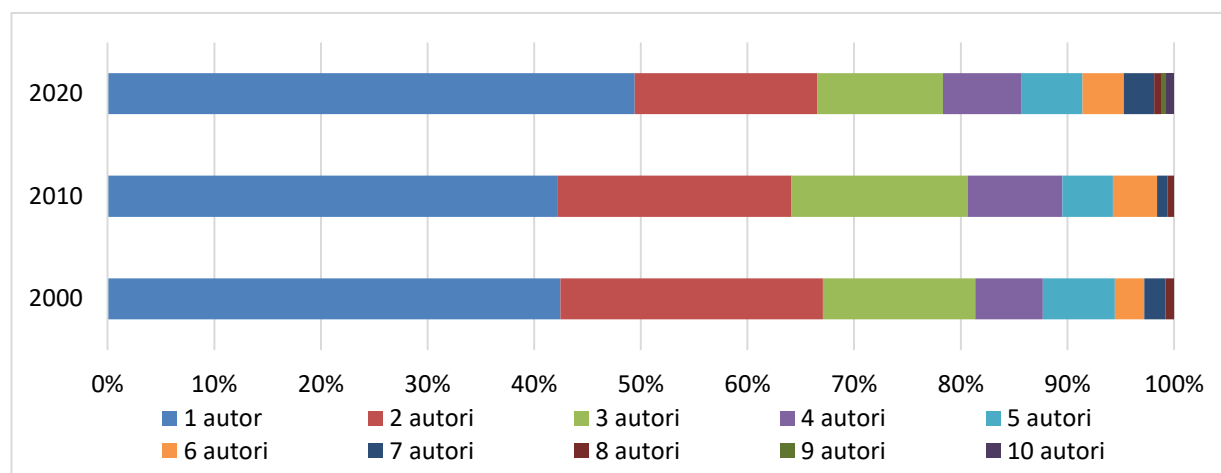


Fig. 3.16. Colaborarea autorilor din Republica Moldova în scrierea lucrărilor științifice

Sursa: Elaborat de autor în baza datelor din Scopus. Accesat 20.03.2021

Datele arată că atât numărul, cât și cota articolelor cu un singur autor din Republica Moldova în 2020 este în creștere comparativ cu 2000 și este mult mai mare decât în cazul analizei datelor cu toți autorii. Acest fapt ne face să credem că diferența dintre datele prezentate în Tabelul 3.9. și cele din Tabelul 3.10. reprezintă colaborarea internațională.

Colaborarea științifică între organizații la nivel național este un alt indicator care a fost analizat în cadrul prezentului studiu.

Pentru analiza privind colaborarea științifică interinstituțională din fiecare articol publicat în 2000, 2010 și 2020 au fost extrase numărul de organizații din Moldova.

În Tabelul 3.10 sunt prezentate datele în valori absolute și valori relative privind numărul de organizații din Republica Moldova indicate de către autori drept afiliere. Datele sunt prezentate pentru articole de la 1 până la 6 organizații colaboratoare – 6 fiind numărul maxim de afiliere din Republica Moldova.

Tabelul 3.10. Colaborarea între organizații la nivel național

Nr. organizații din Republica Moldova, afiliate autorilor	2000		2010		2020	
	Nr. articole	Cota	Nr. articole	Cota	Nr. articole	Cota
1	231	91,7%	253	80,3%	461	77,5%
2	20	7,9%	49	15,6%	98	16,5%
3	0	0,0%	13	4,1%	27	4,5%
4	1	0,4%	0	0%	7	1,2%
5	0	0%	0	0%	1	0,2%
6	0	0%	0	0%	1	0,2%
Total	252	100%	315	100%	595	100%

Sursa: Calculat de autor în baza datelor din Scopus. Accesat: 20.03.2021

Cotele publicațiilor interinstituționale publicate în 2000, 2010 și 2020 sunt prezentate grafic în Fig. 3.17.

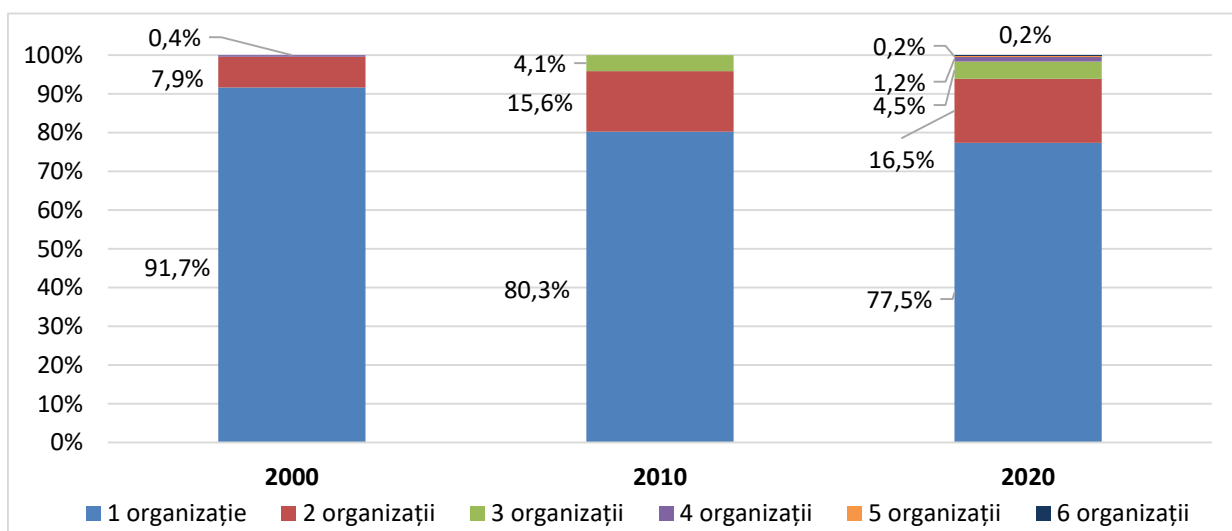


Fig. 3.17. Colaborarea între organizații la nivel național

Sursa: elaborat de autor în baza datelor din BD Scopus. Accesat 20.03.2021

Ținând cont de faptul că în toți trei ani în scrierea a peste 40% din lucrări a participat un singur autor din Republica Moldova (Tab. 3.10.), e firesc că cele mai multe documente au fost publicate de autori dintr-o singură organizație. Totuși, observăm, că cota lucrărilor cu autori dintr-o singură organizație din Moldova este în scădere, de la 91,7% în 2000 până la 77,5% în 2020, iar cota articolelor cu 3 și mai multe afilieri din țara noastră a crescut de la 0,4% în 2000 până la 6,1% în 2020.

Prin urmare, colaborarea științifică la nivel național în ultimii 20 de ani s-a intensificat mai mult între organizații decât între cercetători.

Nivelul de colaborare internațională poate fi stabilit după numărul de țări reprezentate de autorii lucrărilor științifice. Astfel, în 2000 cea mai „colaboratoare” lucrare a fost scrisă de autori din 10 țări, în 2010 – de autori din 41 de țări, iar în 2020 de autori din 63 de țări. Datele statistice în valori absolute și relative privind colaborarea internațională sunt prezentate în Tabelul 3.11. În Fig. 3.18 sunt prezentate datele în valori relative.

Tabelul 3.11. Colaborarea internațională de coautorat în lucrări științifice

Nr. de țări reprezentate de autori	2000		2010		2020	
	Nr. articole	Cota	Nr. articole	Cota	Nr. articole	Cota
1 țară	154	61,1%	116	36,8%	215	36,1%
2-3 țări	88	34,9%	174	55,2%	277	46,6%
4-6 țări	9	3,6%	19	6,0%	65	10,9%
7-10 țări	1	0,4%	1	0,3%	11	1,8%
11-20 țări	0	0,0%	0	0,0%	8	1,3%
21-35 țări	0	0,0%	1	0,3%	10	1,7%
Peste 35 țări	0	0,0%	4	1,3%	9	1,5%
Total articole cu autori din R. Moldova indexate în Scopus	252	100%	315	100%	595	100%

Sursa: Calculat de autor în baza datelor din Scopus. Accesat: 20.03.2021

Astfel, cota lucrărilor cu autori doar din Republica Moldova a scăzut de la 61,1% în 2000 până la 36,1% în 2020. În același timp cea mai mare cotă a lucrărilor cu autori din 2-3 țări se atestă în 2010 – 55,2%. A crescut considerabil cota articolelor cu autori din 4-6 țări de la 3,6% în 2000 până la 10,9% în 2020. Dacă în 2000 nu a fost nicio lucrare cu autori din peste 10 țări, atunci în 2020 4,5% din lucrări au fost scrise de autori din 11 și mai multe țări. Au apărut articole cu autori din peste 20 de țări – 0 în 2000 și deja 19 sau 3,2% în 2020.

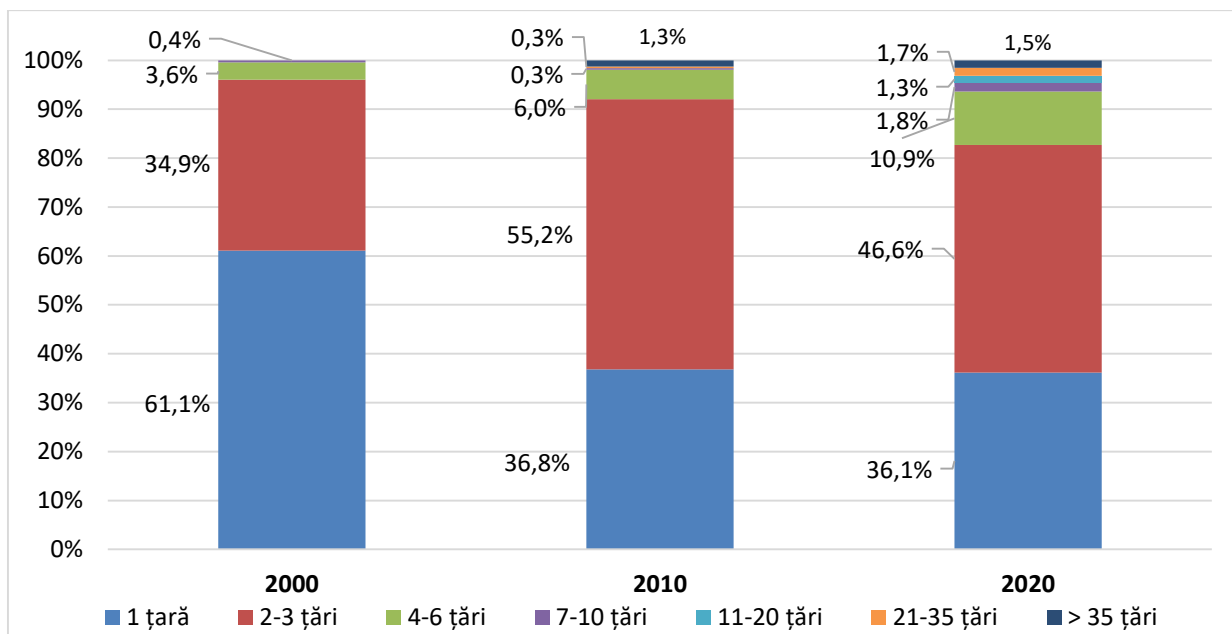


Fig. 3.18. Colaborarea internațională a cercetătorilor din Republica Moldova în anii 2000, 2010 și 2020

Sursa: Elaborat de autor în baza datelor din Scopus. Accesat 20.03.2021

Vom menționa, că cel mai „colaborator” articol din toate lucrările extrase și analizate pentru acest studiu a fost publicat în 2010 și este autorat de 416 de persoane din 37 de țări.

În Tabelul 3.12. sunt indicate numărul de articole, numărul de țări afiliate autorilor pentru fiecare an analizat și rata de creștere comparativ cu 2000. Se poate observa că rata de creștere a numărului de țări afiliate autorilor este considerabil mai mare în comparație cu rata de creștere a numărului de articole publicate.

Tabelul 3.12. Numărul de articole, numărul de țări afiliate autorilor cu rata de creștere

2000		2010		2020	
Articole	Țări	Articole	Țări	Articole	Țări
252	28	315	67	595	110
Rata de creștere		1,25	2,4	2,4	3,9

Sursa: elaborat de autor în baza datelor extrase din Scopus

Astfel, atestăm că în ultimii 20 de ani colaborarea științifică a oamenilor de știință din Republica Moldova la nivel internațional s-a intensificat considerabil.

Să presupunem, că dezvoltarea colaborării internaționale se datorează proiectelor internaționale de cercetare câștigate în cadrul concursurilor anunțate de autoritățile și agențiile finanțatoare din țară prin programele MRDA/CRDF (2000-2010), STCU (2006-2019), proiectelor bilaterale cu România (2010-2018), Italia (2011-2019), Germania (2009-2014), Rusia (2006-2009), Belarus (2008-2020), Ucraina (2009-2018), Turcia (2020), organizate la nivel național.

Să vedem cu autorii din ce țări colaborează cel mai des cercetătorii din Republica Moldova.

În Fig. 3.19 – 3.21 sunt prezentate țările cu cele mai multe articole scrise în colaborare cu cercetătorii din Republica Moldova.

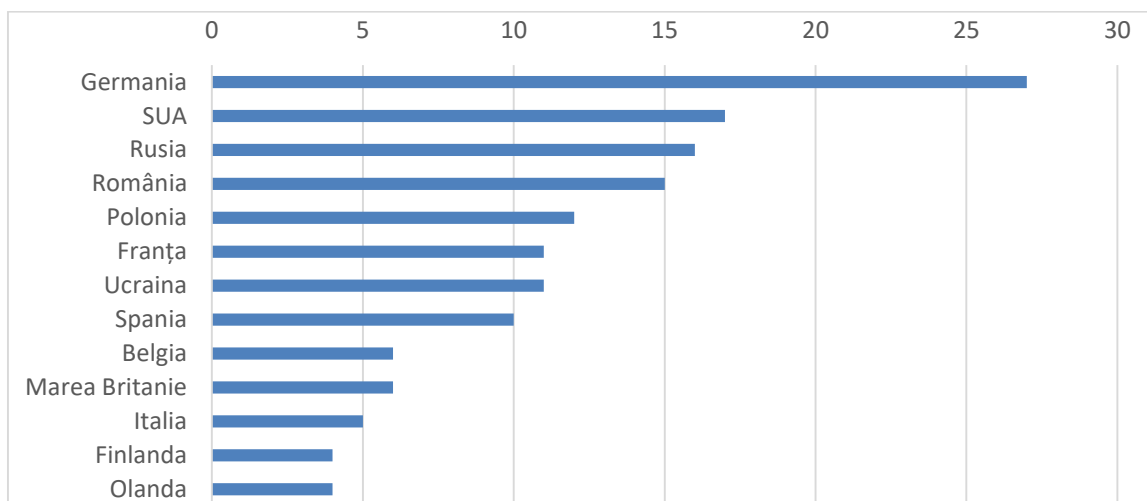


Fig. 3.19. Țările cu care au colaborat cel mai activ cercetătorii din R.Moldova în 2000
Sursa: Elaborat de autor în baza datelor din Scopus. Accesat 20.03.2021

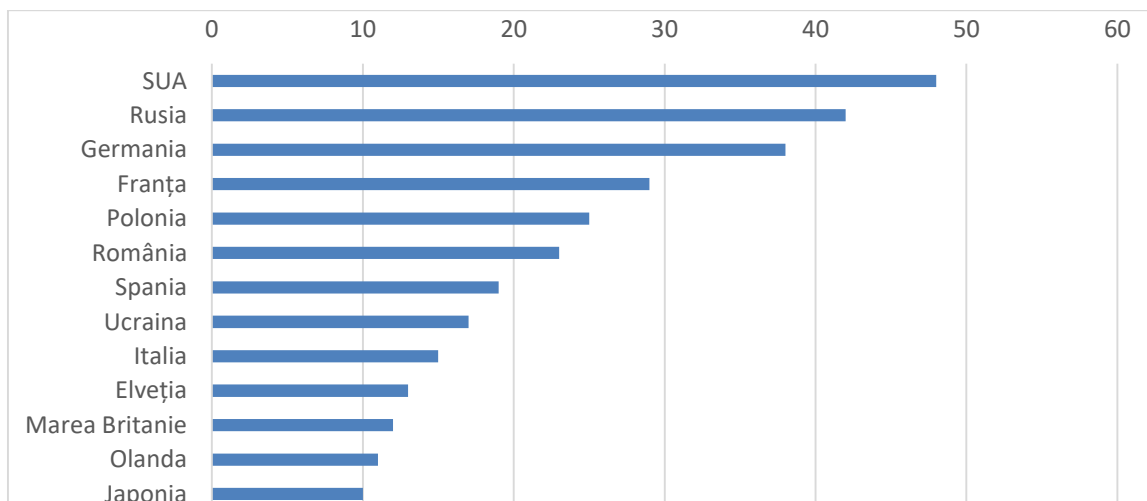


Fig. 3.20. Țările cu care au colaborat cel mai activ cercetătorii din R.Moldova în 2010
Sursa: Elaborat de autor în baza datelor din Scopus. Accesat 20.03.2021

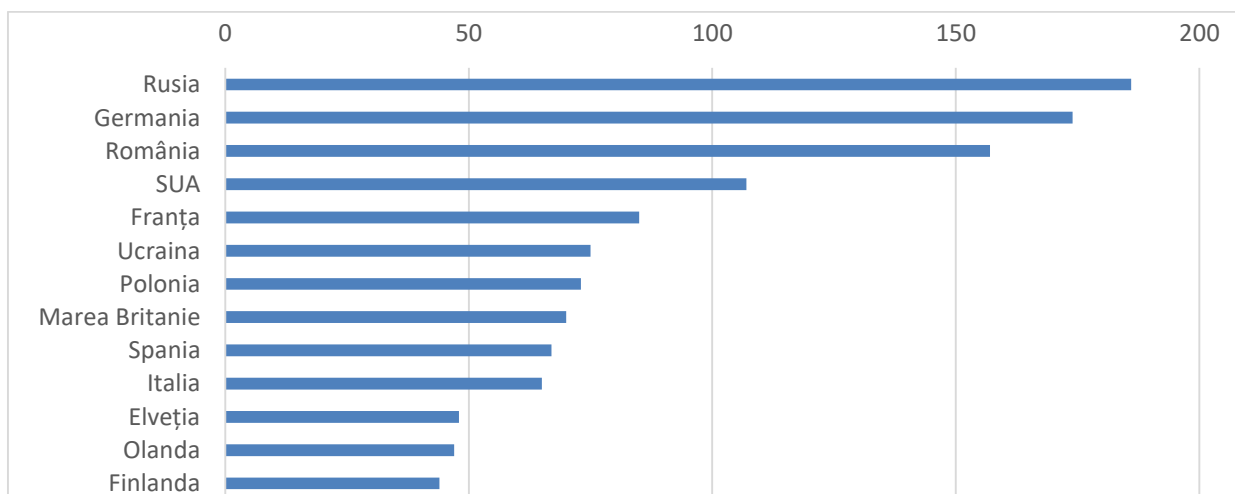


Fig. 3.21. Țările cu care au colaborat cel mai activ cercetătorii din R.Moldova în 2020
Sursa: Elaborat de autor în baza datelor din Scopus. Accesat 20.03.2021

Dacă colaborarea cu Germania, Statele Unite, Federația Rusă, România poate fi explicată prin programe și proiecte lansate și promovate în Republica Moldova, atunci colaborarea cu astfel de țări cum ar fi Polonia, Franța, Spania, Belgia, Marea Britanie, Olanda, Elveția ș.a. poate fi explicată prin globalizarea cercetării și autoorganizarea rețelelor de colaborare internațională.

Din informația prezentată mai sus concludem că colaborarea științifică atât la nivel național, cât și internațional în perioada 1996-2019 s-a intensificat, acesta fiind rezultat nu doar al organizării dar și autoorganizării sistemului de cercetare-dezvoltare-inovare în contextul tendințelor de globalizare.

3.4. Organizarea și perfecționarea sistemului de cercetare, dezvoltare și inovare în Republica Moldova

Spre deosebire de Europa și țările estice, unde știința și învățământul superior au fost concepute mai devreme, în Moldova o dezvoltare dinamică a acestora începe abia în anii 40' ai sec. XX. În 1940 este organizat Institutul Agricol din Chișinău cu trei facultăți: Viticultură, Zootehnie și Fitotehnie și Institutul Pedagogic Moldovenesc de Stat. În octombrie 1945 se deschide Institutul de Medicină din Chișinău, cu o singură Facultate de Medicină Generală și 32 de catedre. În martie 1946 la Chișinău a fost creată Baza de cercetări științifice a Academiei de Științe a URSS, iar în octombrie 1946 este fondată Universitatea de Stat din Chișinău. În 1949 Baza a fost transformată în Filiala Moldovenească a Academiei de Științe a URSS, iar în 1960 Guvernul URSS a adoptat Hotărârea „Cu privire la crearea Academiei de Științe a RSS Moldovenești”. În 1964 este fondat Institutul Politehnic. În următoarea perioadă sunt fondate institute de cercetări ramurale.

Organizarea în Republica Moldova a Academiei de Științe și a rețelei de universități și instituții ramurale a avut un impact benefic asupra dezvoltării științei, tehnologiei și învățământului superior, diversificării domeniilor de cercetare, dezvoltării cercetărilor fundamentale în ramurile moderne ale științei, punerii în valoare a patrimoniului științific, istoric și cultural, implementării în economia națională a rezultatelor cercetărilor științifice (Jarcuțchi 2011).

Perioada 1961-1989 a fost marcată de o creștere continuă a rolului instituțiilor academice în soluționarea diverselor probleme ale dezvoltării economiei naționale și culturii, ridicarea nivelului și competitivității cercetărilor științifice, consolidarea semnificativă a potențialului științific uman și a bazei tehnico-științifice și experimentale, pregătirea cadrelor științifice de înaltă calificare, crearea școlilor științifice prestigioase autohtone, recunoscute și apreciate în țară și peste

hotare. Elaborările științifico-tehnologice ale oamenilor de știință din Moldova erau patentate în SUA, Germania, Franța, Japonia, Suedia, Italia, Australia și în alte țări (Dragnev, Jarcuțchi 2006).

Către finele anului 1988 în RSSM funcționau 56 de instituții de cercetări științifice, inclusiv: 33 de institute de cercetări științifice, 9 instituții de învățământ superior, 5 secții științifice, 3 filiale și secții ale institutelor de cercetare, 3 stațiuni științifice și experimentale, Academia de Științe, Grădina Botanică și Arhiva științifică. În activitatea științifică și deservirea acesteia erau ocupați 25,5 mii persoane, efectivul cercetătorilor la acel moment fiind de 10228 persoane.

În anii 90' ai sec. XX, în urma așa-zisei terapii de șoc a economiei naționale, în Republica Moldova a dispărut știința ramurală, iar o bună parte dintre școlile științifice s-au autodizolvat. Degradarea în masă a capitalului uman în cea mai mare parte a fost cauzată de reducerea substanțială a finanțării sistemului de cercetare-dezvoltare (Fig. 3.22). Din cauza finanțării austere a științei după proclamarea independenței, a început exodul masiv al creierilor.

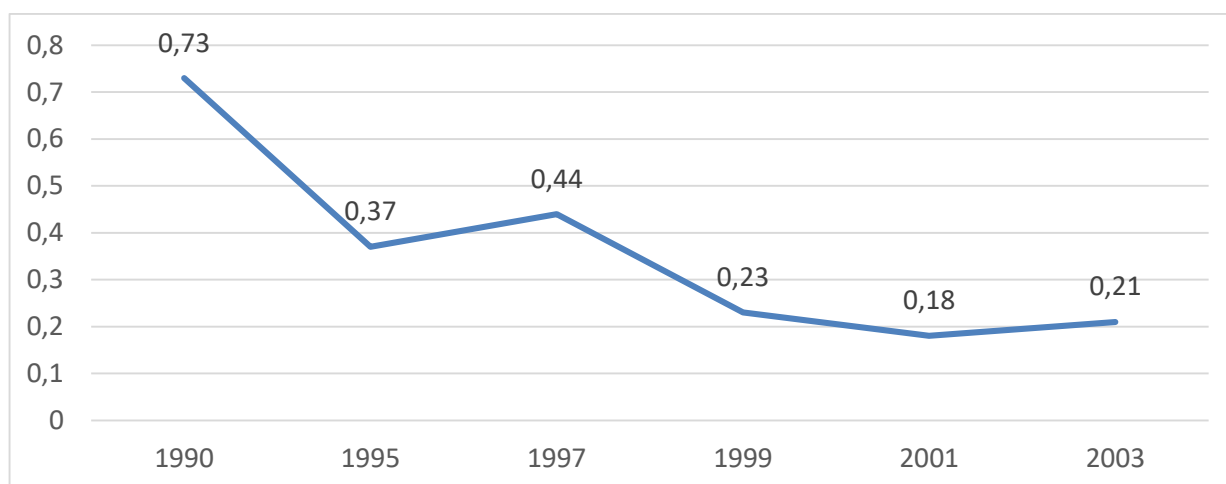


Fig. 3.22. Dinamica cheltuielilor pentru cercetare-dezvoltare în Republica Moldova în perioada 1991-2003 (% din PIB)

Sursa: Elaborat de autor în baza datelor din Anuarele statistice ale Republicii Moldova

Pe parcursul următorilor ani procesul de reducere a numărului de cercetători a continuat, numărul acestora micșorându-se în perioada 1991-2003 cu 70% (Fig. 3.23) (Rotaru, Alexeeva et al. 2011, p. 167-168). Vom menționa, că pe parcursul aceleiași perioade numărul angajaților în economia Republicii Moldova s-a redus cu 35%, iar a medicilor cu 25%. În aceeași perioadă numărul personalului didactic din instituțiile de învățământ superior (ÎÎS) a crescut cu 30 la sută. Putem presupune că o parte din cei angajați în activitățile CDI și-au găsit de lucru în învățământul superior (Rotaru, Cujba et al. 2012, p. 32-33).

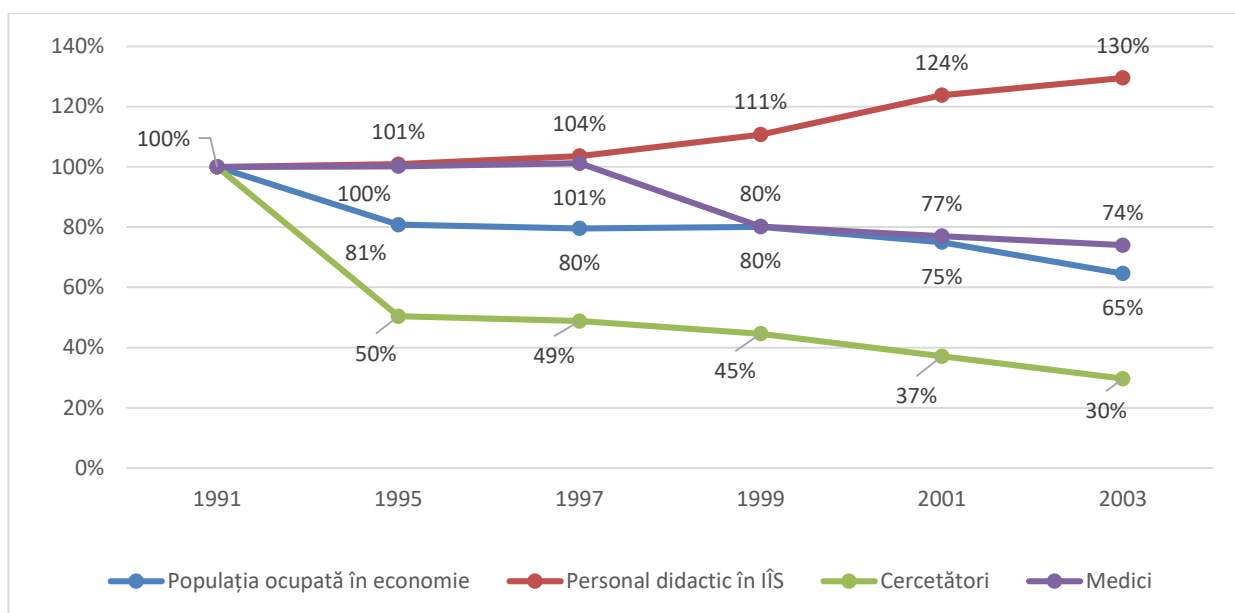


Fig. 3.23. Dinamica populației ocupate în diferite ramuri ale economiei în perioada 1991-2003 (1991 – 100%)

Sursa: Elaborat de autor în baza datelor din Anuarele statistice ale Republicii Moldova

Prin urmare, în comparație cu alte sectoare, sistemul de cercetare, dezvoltare și inovare a suferit mai mult de pe urma destrămării URSS.

Începând cu anul 1993 sistemul CDI este coordonat de mai multe autorități publice și este supus unei influențe semnificative occidentale: se anunță concursuri și granturi europene și americane (INTAS, CRDF/MRDA, PC5 etc.).

Anul 2004 reprezintă un an de cotitură a sistemului CDI în Republica Moldova. Parlamentul adoptă Codul cu privire la știință și inovare (nr. 259 din 15.07.2004) care a inclus aproape toată legislația în domeniu și cu care a început reforma sistemului. Cu adoptarea Codului s-a modificat esențial paradigma funcțională și instituțională a Academiei de Științe prin delegarea către aceasta a competențelor Guvernului în vederea realizării politicii de stat în sfera științei și inovării și a rolului de coordonator în promovarea inovațiilor și transferului tehnologic, atribuirea statutului de instituție publică de interes național în sfera științei și inovării. Cu alte cuvinte, organizarea CDI devine mai centralizată, AȘM având în subordinea sa subdiviziuni responsabile atât pentru expertiza proiectelor, cât și distribuția finanțării bugetare.

De atunci nu conținut disputele privind eficiența acestor prevederi și schimbări. Criticile principalului document de politici în domeniu s-au intensificat, în special, din partea reprezentanților mediului universitar, care acuzau Academia de Științe a Moldovei de monopolizarea accesului la banii publici destinați cercetării-dezvoltării-inovării. Pe de altă parte, AȘM susținea că modelul de organizare a științei în Republica Moldova este recunoscut în toată lumea și că alte țări preiau din această experiență (Cuciureanu 2013).

Un studiu sociologic realizat după reforma din 2004 prin interviuarea comunității științifice a arătat, că doar 54% din respondenți apreciau direcția reformării științei ca fiind bună, extrem de necesară și optimală, cele mai înalte aprecieri ale reformei științei fiind date de membrii Asambleei AȘM (Timuș 2007, p. 88).

Următoarea încercare de reformare sau „descentralizare” a sistemului CDI a fost inițiat în 2011. Motivul care a stat la baza acestei reforme a constat în necesitatea separării distincte dintre instituțiile ce elaborează politici și instituțiile ce implementează politicile aprobate de autoritățile abilitate (Grama 2012). Conform Hotărârii CSSDT al AȘM (nr. 289 din 22.12.2011) este creată *Instituția Publică Centrul pentru Finanțarea Cercetărilor Fundamentale și Aplicative (CFCFA)* care a preluat funcția AȘM de organizare a concursurilor programelor și proiectelor de cercetări fundamentale și aplicative. Dar CFCFA era subordonată tot AȘM.

Următorul pas de reformare a sistemului CDI s-a produs odată cu aprobarea Strategiei de cercetare-dezvoltare a Republicii Moldova până în 2020 (HG nr. 920 din 07.11.2014), conform căreia începând cu 2016 structurile de administrare a domeniului cercetării-dezvoltări erau următoarele:

1) *Agencia Națională pentru Cercetare-Dezvoltare* – principala misiune este finanțarea din fonduri publice pe bază de competiție a proiectelor de cercetare-dezvoltare;

2) *Comitetul Consultativ pentru Cercetare și Inovare* – organ reprezentativ al organizațiilor interesate de cercetare, respectiv organizații din sfera cercetării și inovării, instituții de învățământ superior, întreprinderi cu activitate inovativă, sectorul neguvernamental etc;

3) *Asambleea Oamenilor de Știință din Moldova*;

4) *Consiliul National pentru Atestare*;

5) *Academia de Științe a Moldovei* (cu institutele de cercetări științifice subordonate).

Să analizăm schimbările în sistemul CDI din Republica Moldova survenite în urma reformelor inițiate în 2004 prin prisma datelor statistice.

Datele Băncii Mondiale și ale programului de dezvoltare ONU arată, că circa 20% din totalul bogăției lumii revin resurselor naturale, 16% - bunurilor materiale, iar 64% - capitalului uman. În țările dezvoltate acest indice constituie 70-80%. Capitalul uman reprezintă prioritatea strategică pentru majoritatea țărilor dezvoltate, iar investițiile în educație și calificarea înaltă a oamenilor contribuie la creșterea economică. Din motivul lipsei resurselor naturale în Republica Moldova, investițiile în dezvoltarea potențialului uman sunt deosebit de importante pentru evoluția sustenabilă ascendentă a țării. Capitalul uman și, în special, cel din cercetare, este sursa de bază a dezvoltării științei, inovațiilor, nivelului înalt de educație și a culturii în general.

Unul din factorii fundamentali sau așa numitul parametru de ordine care caracterizează potențialul științific al oricărei țări este personalul angajat, profesionalismul acestuia, structura funcțională și de vârstă, precum și capacitatea de reproducere al capitalul științific uman.

Concepția capitalului uman este astăzi una din principalele direcții teoretice ale științei economice. Potrivit definiției clasice incluse în Glosarul OECD, capitalul uman reprezintă „...resursele productive concentrate în resursele de muncă, competențe și cunoaștere” (OECD Glossary of Statistical Terms).

În 2009 OCDE a lansat un proiect dedicat elaborării metodologiei unificate de măsurare a capitalului uman pentru comparația interstatală. După cum s-a concluzionat în urma analizei a 14 țări-membre ale OCDE, costul capitalului uman este în medie de 10-11 ori mai mare decât PIB-ul și de 3,6-7,0 ori mai mare decât activele de bază (Liu 2011, p. 29).

Ținând cont de acest deziderat, vom analiza schimbările produse în perioada 2004-2018 cu referire la potențialul științific uman al țării, care este prezentat prin personalul științifico-didactic din instituțiile de învățământ superior (ÎÎS), cercetători și medici (Fig. 3.24).

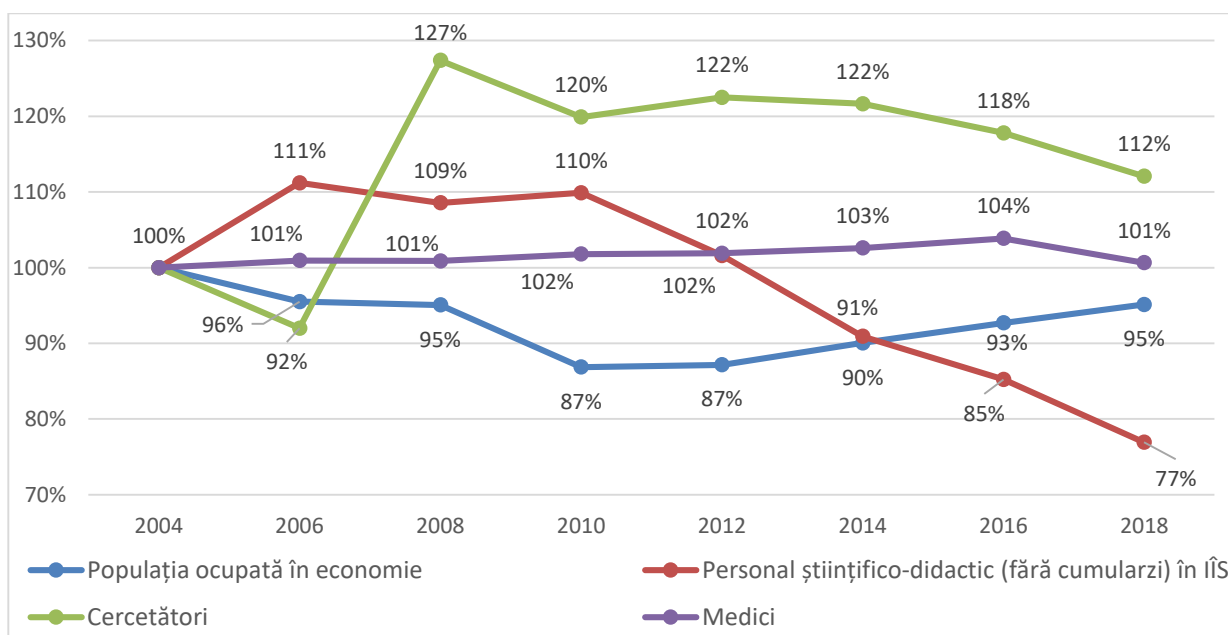


Fig. 3.24. Dinamica populației ocupate în economie, a personalului științifico-didactic din ÎÎS, a cercetătorilor și a medicilor în perioada 2004-2018 (2004 – 100%)

Sursa: Elaborat de autor în baza datelor din Anuarele statistice ale Republicii Moldova

Analizând aceste date, observăm, că în ultimii 15 ani, populația ocupată în economia țării a scăzut cu 5%, a personalului științifico-didactic din ÎÎS a scăzut cu 23%, iar a cercetătorilor a crescut cu 12%. Creșterea considerabilă (cu 31%) a numărului de cercetători în anul 2008 în comparație cu anul 2006 este legată de faptul, că în acest an Biroul Național de Statistică a modificat metodologia de calculare a cercetătorilor, incluzând în numărul acestora și persoanele care paralel cu activitatea didactică au executat cercetări științifice. Chiar și așa, observăm o

scădere a numărului de cercetători în ultimii 5 ani. Numărul de medici este mai mult sau mai puțin stabil. Reamintim, că în perioada 1991-2003 numărul personalului didactic în ÎÎS a crescut cu 30%, iar a cercetătorilor a scăzut cu 70%. Prin urmare, efectul negativ al crizei economice și sociale a fost mai mare decât efectul pozitiv al reformelor sistemului CDI.

Ce poziție ocupă astăzi CDI din Republica Moldova, după ani buni de reforme ale sistemului, la compartimentul personal științific uman, în comparație cu alte țări? Potrivit ultimelor date disponibile pe portalul Institutului de Statistică UNESCO (<http://data.uis.unesco.org/>, accesat 05.04.2021), în 2018 în Republica Moldova în activități CDI erau ocupați (echivalent norma întreagă - ENÎ) 1099 persoane per un milion populație, iar cercetători (ENÎ) - 696 per un milion populație. În urma proceselor socioeconomice cu impact negativ pentru dezvoltarea științei și tehnologiei pentru Republica Moldova, după numărul de cercetători la un milion locuitori, aceasta este depășită atât de țările dezvoltate, cât și de țările ex-sovietice.

Datele prezentate în Fig. 3.25 arată că, în comparație cu Republica Coreea, în Republica Moldova personal angajat în activități științifice și tehnologice și cercetători per un milion populație sunt de circa 10 ori mai puțini.

O altă componentă importantă a „intrărilor” în sistemul CDI este finanțarea. Să vedem care este, începând cu 2004, dinamica cheltuielilor interne brute pentru știință - % din PIB în Republica Moldova și alte țări.

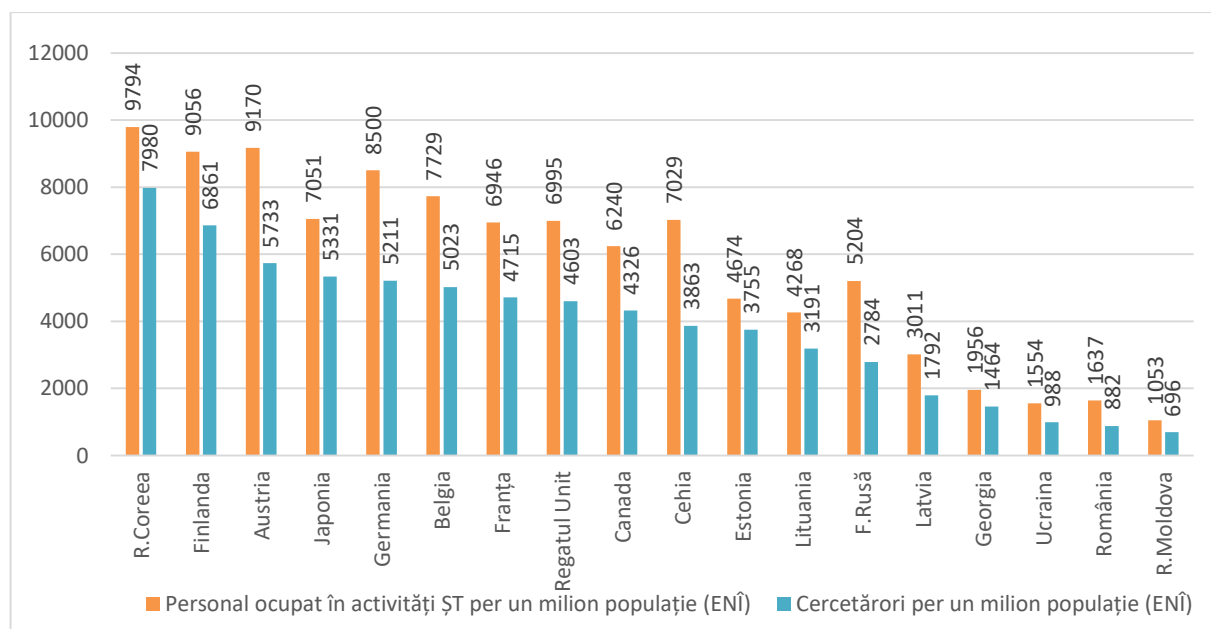


Fig. 3.25. Personal ocupat în activități științifice și tehnologice și cercetători per un milion populație (2018)

Sursa: Elaborat de autor în baza datelor Institutului de Statistică UNESCO (<http://data.uis.unesco.org/>, accesat 05.09.2020)

Datele prezentate în Fig. 3.26 denotă o creștere esențială a cheltuielilor interne brute pentru cercetare și dezvoltare în ultimii 15 ani în Coreea de Sud - de la 2,53% din PIB în 2004 până la 4,8% în 2018; în Germania - de la 2,42% din PIB în 2004 până la 3,09% în 2018; în Estonia - de la 0,85% din PIB în 2004 până la 2,31% în 2011 și scădere până la 1,42% în 2018. În Federația Rusă în această perioadă cota cheltuielilor interne brute din PIB pentru știință a scăzut de la 1,15% în 2004 până la 0,99% în 2018.

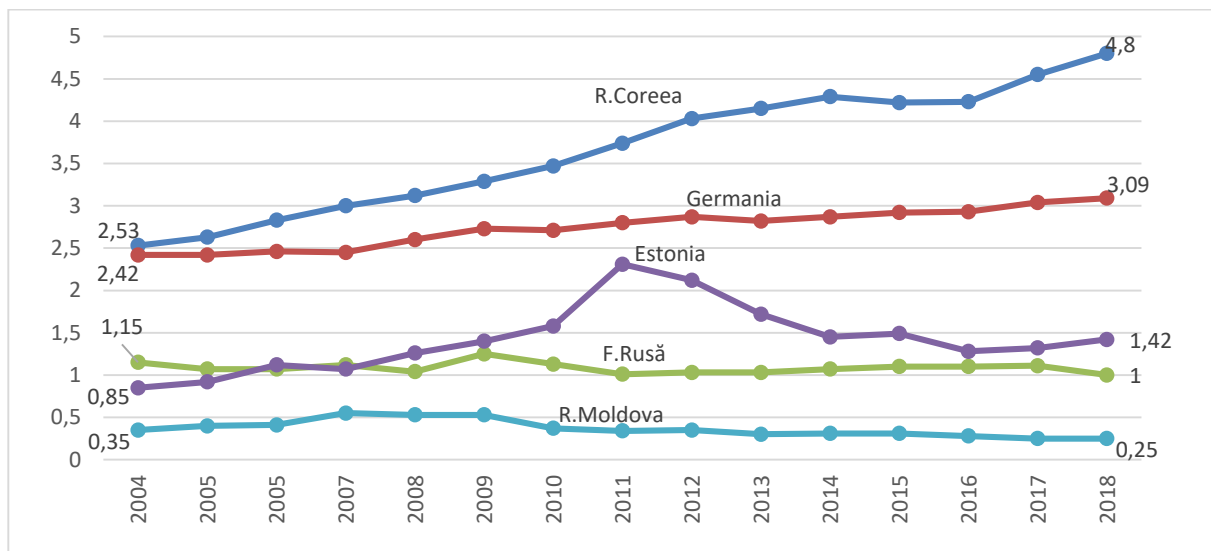


Fig. 3.26. Cheltuieli interne brute pentru CDI în perioada 2004-2018, % din PIB

Sursa: Elaborat de autor în baza datelor Institutului de Statistică UNESCO (<http://data.uis.unesco.org/>, accesat 05.09.2020)

În Republica Moldova se observă o creștere neînsemnată a finanțării științei de la 0,35% din PIB în 2004 până la 0,53-0,55% în perioada 2007-2009, după care a urmat scăderea acestei valori, atingând în 2018 cota de doar 0,25% din PIB - mai puțin decât până la reformele efectuate în CDI și descrise mai sus.

Reamintim că procesul de obținere a noilor cunoștințe despre natură și societate este costisitor, dar știința îndeplinește mai multe funcții: socioculturală, educațională, economică. Executarea fiecăreia dintre aceste funcții necesită sume diferite de finanțare. Pentru funcția socioculturală și educațională 1% din PIB poate fi suficient, însă pentru a avea un efect economic al sistemului CDI în știință și tehnologie trebuie investiți cel puțin 1,5-2 % din PIB (Duca 2004, p. 11), ceea ce pentru Republica Moldova rămâne a fi doar un vis. E cunoscut că Uniunea Europeană a decis să ajungă la nivelul de 3% din PIB de finanțare a științei pentru a deveni liderul economiei globale. În cazul finanțării științei la un nivel mai mic, nu există niciun impact direct al științei asupra economiei; o astfel de influență va fi doar indirectă, mediată printr-o creștere lentă a nivelului educațional general și a cererii socioculturale de cunoștințe noi.

Prin urmare, caracteristic sistemului de cercetare, dezvoltare și inovare din Republica Moldova este nu doar finanțarea insuficientă a sistemului, dar și efectele sinergetice negative cauzate de aceasta, și anume: numărul insuficient al cercetătorilor științifici, reproducerea insuficientă a capitalului științific uman, „îmbătrânirea” științei. În condițiile insuficienței resurselor financiare și „îmbătrânirii” științei este important ca resursele disponibile să fie orientate în pregătirea tinerilor cercetători în domeniile prioritare ale țării.

Distribuția pe domenii a tezelor susținute în timp în Republica Moldova arată, că numărul cadrelor științifice pregătite în inginerie, științe ale naturii a fost în continuă scădere, pe când în drept, economie și pedagogie acest număr a crescut considerabil (Cujba 2014, p. 104; Cuciureanu 2016, p. 218; Cuciureanu, Holban et al. 2017, p. 34).

Astfel, dacă până în 1995 cele mai multe teze se susțineau în domeniile medicină, inginerie și tehnică și științele fizico-matematice, atunci în perioada 2014-2016 53 la sută din teze au fost susținute în științe sociale și economice (Fig. 3.27).

Analiza sistemului de cercetare, dezvoltare și inovare din Republica Moldova arată, că resursele sau elementele de intrare în sistemul CDI (potențialul științific uman, finanțarea) sunt mai mult decât insuficiente. În rezultatul buclei de reacție inversă negativă este distrus sistemul de reproducere a potențialului științific uman, știința a „îmbătrânit” și sunt schimbate / transferate direcțiile de interes pentru tinerii savanți.

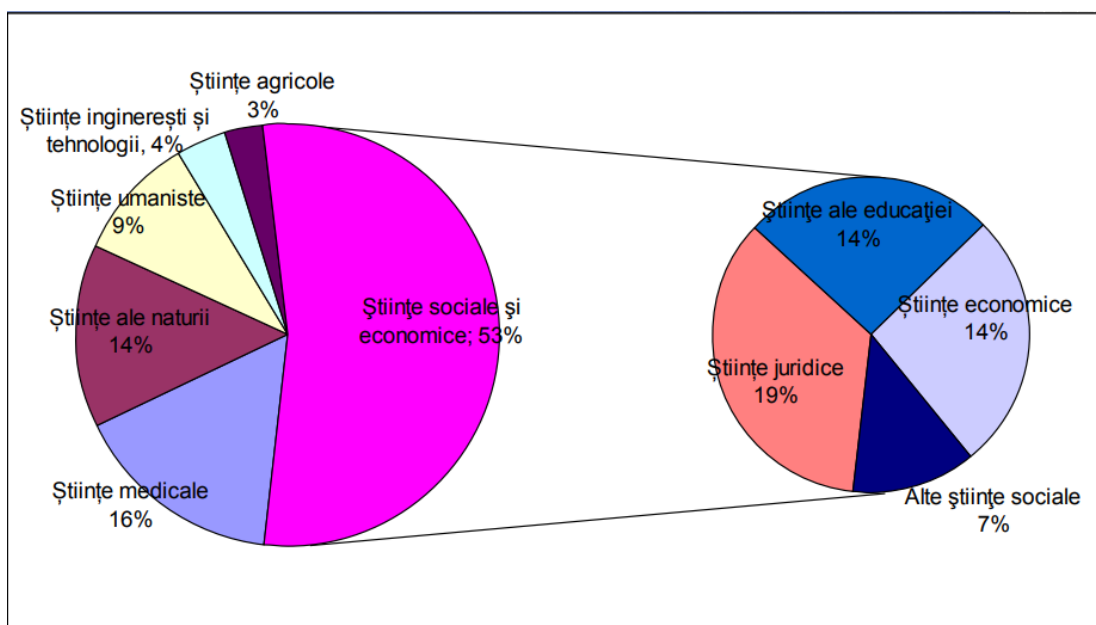


Fig. 3.27. Distribuția pe domenii a tezelor de doctorat în 2014-2016.

Sursa: (Cuciureanu, Holban et al. 2017)

Rezolvarea unei probleme științifice depinde în mare măsură de nivelul de profesionalism al savanților care cercetează problema în cauză. De aceea sarcina prioritară a oricărei țări este reproducerea eficace a personalului științific și științifico-didactic, precum și consolidarea

tineretului în domeniile cercetare, dezvoltare și inovare, educație și tehnologii avansate, asigurând succesiunea generațiilor în știință și educație. În prezent există un set de indicatori, care permit efectuarea analizei situației în domeniul capitalului științific uman în țară și prefigurează perspectivele dezvoltării acestui domeniu.

În perioada de dezvoltare normală a științei, caracterizată prin creșterea potențialului științific uman al țării, raportul dintre numărul total al cercetătorilor $N(t)$, numărul doctorilor în științe $K(t)$ și al doctorilor habilitați $D(t)$ poate fi descris prin următoarele formule empirice (Дижусар, Попович et al. 2005):

$$K(t) = \frac{N(t-4)}{3} \quad (3.5)$$

$$D(t) = \frac{K(t-4)}{11} \quad (3.6)$$

sau:

$$D(t) = \frac{N(t-8)}{33} \quad (3.7).$$

Conform formulei (3.5), în cazul ideal fiecare al 3-lea cercetător științific în 4 ani de la începutul carierei sale științifice susține teza de doctor. Formula (3.6) indică că fiecare al 11-lea doctor în științe susține teza de doctor habilitat în 4 ani după susținerea tezei de doctor sau, conform formulei (3.7) fiecare al 33-lea cercetător științific susține teza de doctor habilitat în 8 ani de la începutul carierei sale științifice.

În Republica Moldova dinamica de reproducere a potențialului științific uman a corespuns mai mult sau mai puțin acestor formule către anul 1970 (Fig. 3.28).

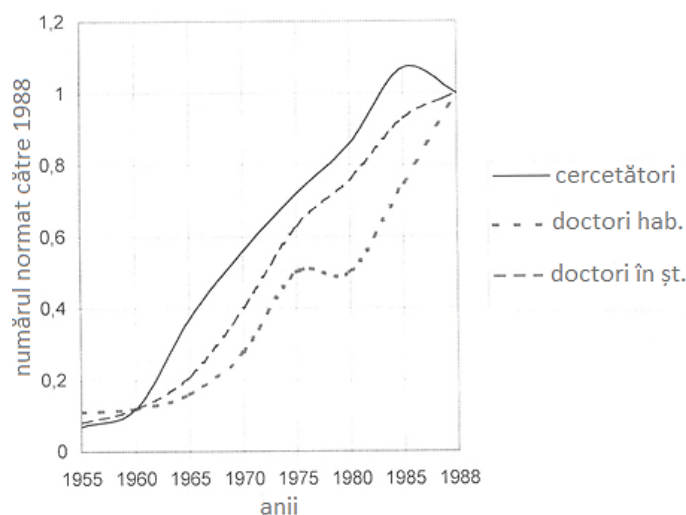


Fig. 3.28. Dinamica potențialului științific al Republicii Moldova (1955-1988)

Sursa: (Дижусар, Попович et al. 2005), tradus de autor

Din 1975 viteza de reproducere a doctorilor habilitați s-a încetinit în legătură cu introducerea unor cerințe mai riguroase față de tezele de doctor habilitat. Însă către anul 1980 situația se stabilizează.

În anii care au urmat după destrămarea URSS situația se schimbă dramatic. Dacă analizăm datele prezentate în Fig. 3.29, observăm că în comparație cu perioada 1955-1988 după anul 1990 viteza de reproducere a doctorilor habilitați este mai mare decât a doctorilor în științe. Pentru perioada 1991-1999 formulele (3.5) – (3.7) nu pot fi aplicate, dar și stabilirea unor noi formule de calcul al raportului dintre numărul de cercetători, doctori în științe și doctori habilitați este dificilă din cauza neliniarității procesului de reproducere a potențialului științific uman.

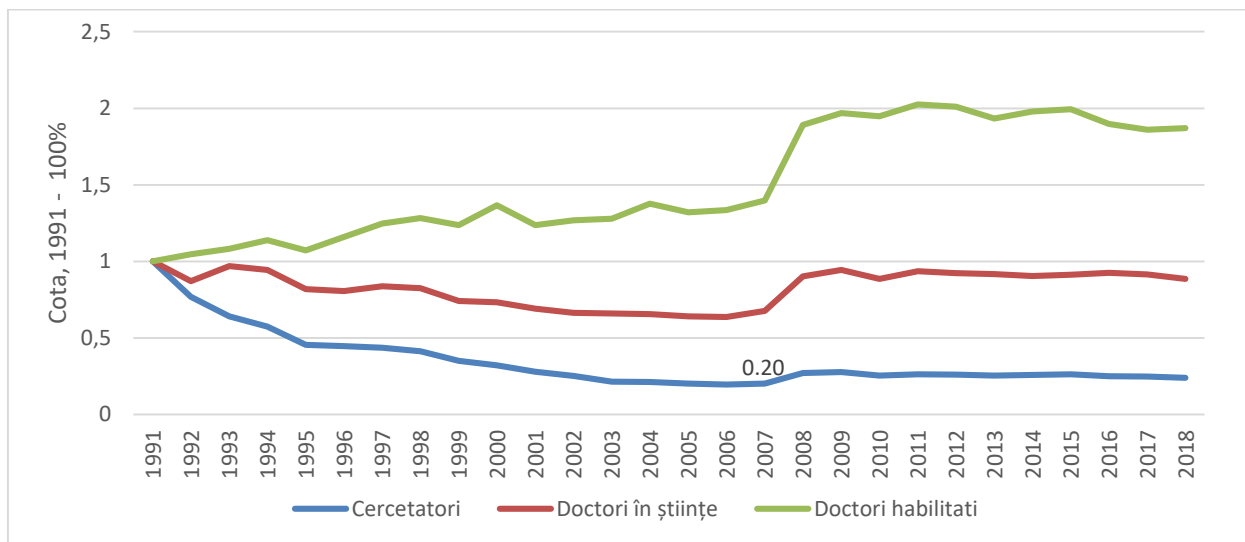


Fig. 3.29. Potențialul științific uman în Republica Moldova (1991-2018)

Sursa: Elaborat de autor în baza datelor Biroului Național de Statistică al Republicii Moldova

În perioada 2000-2018 putem, însă, distinge 3 etape pentru care pot fi aplicate unele formule ce reflectă viteza de reproducere a doctorilor în științe și a doctorilor habilitați: 2000-2007, 2008-2011, 2012-2018 (Tab. 3.13).

Tabelul 3.13. Viteza de reproducere a personalului științific uman în Republica Moldova în perioada 2000-2018

Perioada	Doctori în științe	Doctori habilitați
2000-2007	$K(t) = \frac{N(t-4)}{4.4}$ (3.8)	$D(t) = \frac{K(t-4)}{4}$ (3.9)
2008-2011	$K(t) = \frac{N(t-4)}{2}$ (3.10)	$D(t) = \frac{K(t-4)}{5}$ (3.11)
2012-2018	$K(t) = \frac{N(t-4)}{2.5}$ (3.12)	$D(t) = \frac{K(t-4)}{3.5}$ (3.13)

Sursa: elaborat de autor

Astfel, viteza de creștere a numărului de doctori în științe și a doctorilor habilitați în perioada 2000-2007 se înscrie în formulele (3.8) și (3.9), în perioada 2008-2011 în formulele (3.10) și (3.11), și în perioada 2012-2018 în formulele (3.12) și (3.13).

Datele din Tabelul 3.13 nu denotă dinamica pozitivă a reproducerii capitalului științific uman în Republica Moldova. Dimpotrivă, potrivit (Canțer, Holban 2010; Alexeeva, Cujba 2011;

Cuciureanu 2016; Cuciureanu et al. 2017), reproducerea capitalului științific uman în Republica Moldova este în descreștere, iar principala cauză este numărul insuficient al cercetătorilor, inclusiv cu grade științifice. Variația numitorului din formulele (3.8)-(3.13) în perioada 2000-2018 vorbește despre criza în sistemul CDI din Republica Moldova, care a început mai multe decenii în urmă și continuă și astăzi. Această concluzie este confirmată de analiza comparativă a indicatorilor scientometrici cu privire la numărul de cercetători și volumul de finanțare a științei prezentate în Fig. 3.24 - 3.27.

Procesele din sistemul de cercetare, dezvoltare și inovare pe parcursul a mai bine de 25 ani au condus la schimbarea considerabilă a structurii de vârstă a cercetătorilor. Influența vârstei cercetătorilor asupra activității lor profesionale demult a devenit un obiect al studiilor și discuțiilor, în cadrul cărora s-a stabilit că productivitatea maximă revine vârstei de 30-39 ani (Rotaru, Alexeeva et al. 2010). Potrivit datelor prezentate în Fig. 3.30, cota cercetătorilor în vârstă de peste 65 de ani a crescut de la 5% în 1999 până la 25% în 2019 sau de 5 ori. A crescut și cota cercetătorilor în vârstă de 55-64 ani de la 17% până la 20%. Cota cercetătorilor în vârstă de 35-44 ani s-a micșorat de la 27% în 1999 până la 20% în 2019, ca și a tinerilor până la 35 cu 6 la sută. Cu alte cuvinte, 46% din cercetători sunt de vârstă pensionară sau pre-pensionară.

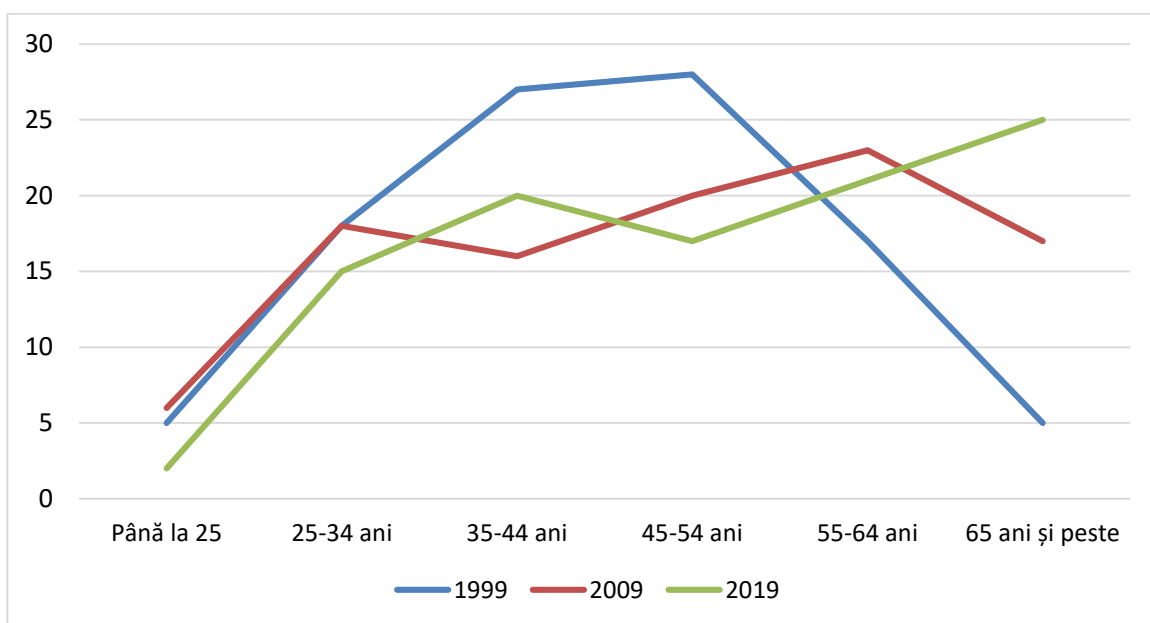


Fig. 3.30. Cercetători în funcție de vârstă, % din numărul total (1999, 2009, 2019)

Sursa: Elaborat de autor în baza datelor Biroului Național de Statistică al Republicii Moldova

În noiembrie 2018 au fost operate modificări esențiale la Codul cu privire la știință și inovare, conform căruia institutele de cercetare subordonate AȘM au fost transferate în subordinea Ministerului Educației, Culturii și Cercetării.

În 2019 Guvernul a aprobat Programul național în domeniile cercetării și inovării pentru anii 2020-2023 (HG nr. 381 din 01.08.2019) și Metodologia de finanțare a proiectelor din domeniile cercetării-inovării (HG nr. 382 din 01.08.2019). Potrivit Programului, au fost stabilite prioritățile strategice pentru următorii 4 ani, cu finanțarea cercetărilor pe bază de concurs (Programe de stat). Finanțarea instituțională (consolidată) a fost distribuită în funcție de volumul de finanțare obținut prin concurs.

Actul legislativ care reglementează activitatea de inovare este Legea cu privire la parcurile științifico-tehnologice și incubatoarele de inovare (nr. 226 din 01.11.2018). Legea 226/2018 a înlocuit Strategia inovațională a Republicii Moldova pentru perioada 2013-2020 „Inovații pentru competitivitate”, care a fost abrogată în 2019 și prevede unele facilități ce țin de folosirea și arenda bunurilor proprietate publică, precum și acordarea de alocații financiare, distribuite prin concurs. În același timp, conform condițiilor concursurilor de proiecte de inovare și transfer tehnologic, 50% din volumul de finanțare a acestor proiecte trebuie să fie alocat de către applicant, ceea ce nu este motivant. Facilități fiscale nu sunt prevăzute.

În prezent, sistemul de cercetare, dezvoltare și inovare din Republica Moldova funcționează în conformitate cu actele normative prezentate mai sus, autoritățile publice responsabile pentru CDI fiind:

Ministerul Educației, Culturii și Cercetării – organul central de specialitate al statului care asigură elaborarea politicii naționale în domeniile cercetării și inovării;

Agenția Națională pentru Cercetare și Dezvoltare – instituție publică responsabilă pentru implementarea politicii statului în CDI, organizarea concursurilor de proiecte de toate tipurile, administrarea bugetului aprobat pentru finanțarea proiectelor, asigurarea expertizei și evaluării independente a proiectelor înaintate la concursuri ș.a.

Agenția Națională de Asigurare a Calității în Educație și Cercetare – organ care a absorbit CNAA. Cu referire la domeniul știință și tehnologie Agenția este responsabilă pentru evaluarea externă a organizațiilor din domeniile CDI, evaluarea externă a programelor de formare profesională continuă, evaluarea personalului științific și științifico-didactic.

Academia de Științe a Moldovei este instituție publică de interes național care reunește „personalități cu realizări deosebite în domeniile cercetării și inovării” (Codul 259/2004, art. 63).

Astăzi Academiei de Științe îi revin următoarele atribuții de bază: a) exercită rolul de consultant strategic al Guvernului la stabilirea priorităților în domeniul cercetării fundamentale și aplicative; b) elaborează raportul asupra stării științei, cu reflectarea politicilor elaborate și modulului de implementare a acestora la nivel național; c) stimulează creația științifică și culturală; d) organizează evenimente științifice naționale și internaționale; e) mediatizează rezultatele

cercetării și dezvoltării; f) elaborează previziuni privind dezvoltarea domeniilor cercetării și inovării etc. (Tighineanu 2019, p.7).

Conform Programului național în domeniile cercetării și inovării pentru anii 2020-2023 aprobat în 2019 (HG nr. 381 din 01.08.2019), în următorii 4 ani volumul cheltuielilor guvernamentale pentru CDI va scădea (Fig. 2.31), iar mecanismele existente de atragere a mediului de afaceri în finanțarea și executarea lucrărilor CDI nu sunt motivante.

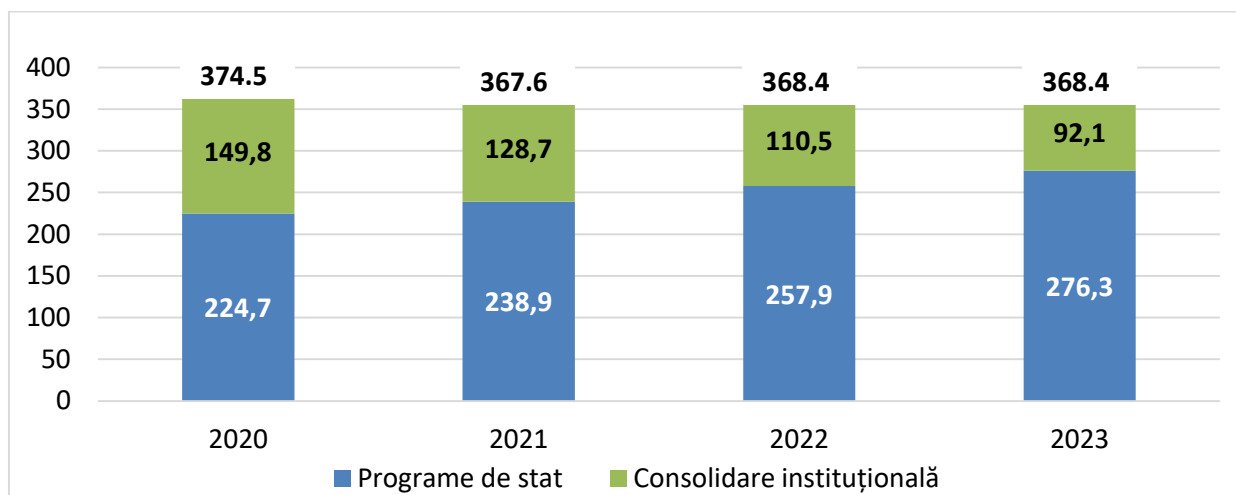


Fig. 3.31. Cheltuieli guvernamentale pentru CD prevăzute în Programul național în domeniile cercetării și inovării pentru anii 2020-2023

Sursa: elaborat de autor în baza (HG nr. 381 din 01.08.2019)

Pentru că sistemul CDI este un sistem social, acesta este influențat de caracteristicile și comportamentul societății. Un studiu recent publicat de soții Borisov a scos în evidență caracteristicile sociale și culturale ale societății din Republica Moldova care s-au format ca urmare a dezvoltării istorice și geopolitice a țării (Юшкова-Борисова, Борисов 2020). Aceste caracteristici ale societății moldave, atât pozitive, cât și negative, își lasă amprenta asupra tuturor subsistemelor statului: economie și politică, educație și știință. Printre acestea se numără: ospitalitatea și cumătrismul; bunătatea sufletească și mioritismul („capul plecat sabia nu-l taie”); agilitatea și corupția, respectarea mai cu seamă a tradițiilor și legilor nescrise și mai puțin a legislației formale.

Șirul de reforme în sistemul CDI din Republica Moldova, volumul redus de resurse (finanțe, personal intelectual), nemulțumirea institutelor de cercetare guvernamentale de rezultatele concursului proiectelor din cadrul Programelor de stat, influența caracteristicilor societății asupra sistemului CDI – sunt doar câteva efecte negative ale stării tranzitorii care destabilizează sistemul CDI din Republica Moldova.

În calitate de instituție socială independentă sistemul CDI se distinge prin organizare strictă instituțională. În același timp, fiind un subsistem al sistemului social al țării, așa cum a fost arătat

în § 1.2, sistemul de cercetare, dezvoltare și inovare nu poate fi cercetat separat de contextul social al statului. Malkov (2011) distinge două tipuri de instituționalizare a societății, pe care le numește societate de tip X (sau oriental) și societate de tip Y (sau occidental) care diferă considerabil după formă și conținut, dar asigură eficient echilibrul de funcționare a societății. Organizarea instituțională de tip X s-a dezvoltat pe principiul colectivismului, cauzat de resursele limitate și amenințările militare externe, în care puterea centrală sau un lider consolidează populația pentru contracararea acestor amenințări. În aceste sisteme structura de administrare este ierarhică, iar relațiile sociale sunt reglementate mai cu seamă de tradiții, cultură, religie. La rândul său, societatea de tip Y se caracterizează prin suficiente resurse, individualitate, în care responsabilitatea cade pe toți membrii societății, principiul de bază fiind democrația și reglementarea legislativă, cu o societate puternică și o structură orizontală sau de rețea de administrare a societății. Sistemele de instituționalizare socială evoluează și se dezvoltă în relația cu istoria, cultura, tradițiile, condițiile climaterice obținând mai multe sau mai puține caracteristici ale societății de tip X sau Y. Cu cât mai multe caracteristici ale unui sau altui tip dețin sistemele sociale, cu atât mai stabile sunt acestea. În viața reală nu există sisteme pure de tip X sau Y. În formațiunile sociale de tip X întotdeauna există subsisteme de tip Y și viceversa, iar raportul dintre elementele X și Y nu este constant în timp. Spre exemplu, indiferent de tipul de instituționalizare al sistemului social al țării, subsistemul militar al acesteia va fi întotdeauna de tip X, pentru că fără o subordonare strictă ierarhică și management autoritar armata nu poate exista. Stările intermediare sunt instabile și poartă un caracter tranzitoriu. De regulă, starea sistemului sau subsistemului depinde de schimbarea situației externe: creșterea sau scăderea resurselor, creșterea sau scăderea amenințării de existență a societății, apariția unui scop comun etc. Totuși, în final, se stabilește o balanță optimă de elemente X și Y în subsistemele sistemului. Stabilitatea internă și consolidarea societății crește atunci când contradicțiile și conflictele scad și când apare un inamic extern comun (sistem X) sau un scop comun împărtășit de majoritatea membrilor societății (sistem Y) (Malkov 2011).

Sistemele de cercetare, dezvoltare și inovare sunt concepute sub influența modului de instituționalizare a societății, diferențele fiind prezentate în Fig. 3.32 și Tabelul 3.14.

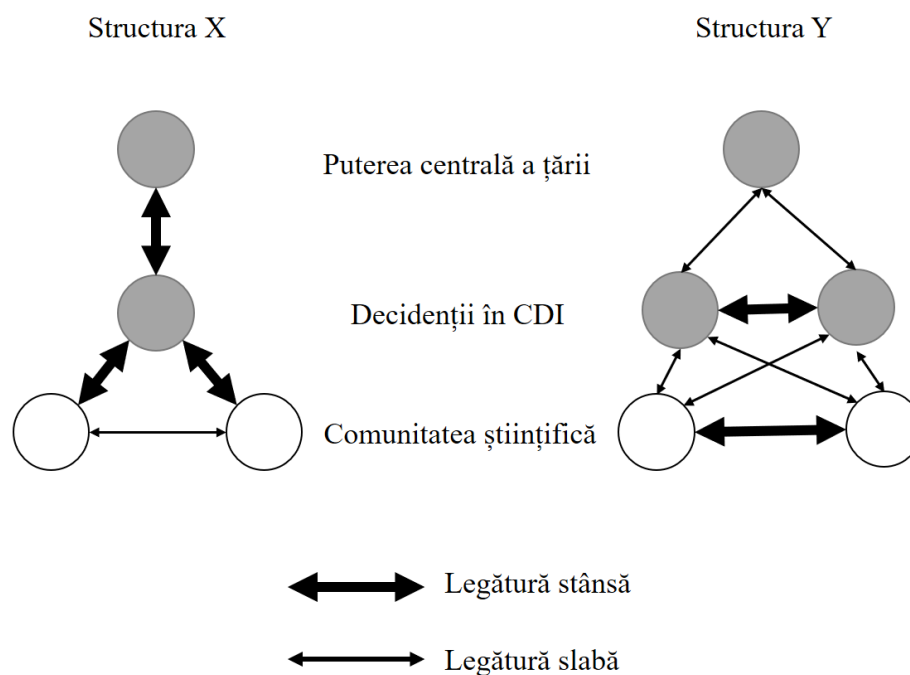


Fig. 3.32. Structuri stabile ale sistemelor CDI

Sursa: Elaborat de autor în baza (Malkov 2011)

În Uniunea Sovietică, în țările din blocul socialist, China, Japonia, Coreea ș.a. sistemele de cercetare, dezvoltare și inovare au fost concepute după principiile de instituționalizare de tip X, iar în Europa și America de Nord organizarea sistemelor CDI a fost bazată pe principii de instituționalizare de tip Y. Și unele și altele erau sau sunt destul de stabile și eficiente. După destrămarea Uniunii Sovietice și a blocului socialist, în sistemele CDI organizate pe principii de tip X au apărut mai multe elemente de tip Y (principii de finanțare, reforma academiilor de științe, modalitatea de evaluare a rezultatelor ș.a.). În aceste condiții sistemele CDI devin tranzitorii.

Tabelul 3.14. Analiza sistemelor CDI

Criteriaul	Sistem CDI de tip X (oriental)	Sistem CDI de tip Y (occidental)
Principiul de instituționalizare a societății	<ul style="list-style-type: none"> • autoritarism în politică, monopolizarea puterii de stat și a economiei; • viața este dictată de tradiții, principii de rudenie, cultură, religie și mai puțin de legile formale. 	<ul style="list-style-type: none"> • democrație, economie liberă; • societatea respectă legile formale, toți sunt egali în fața legii.
Principiul de instituționalizare a sistemului CDI	<ul style="list-style-type: none"> • management centralizat, în care elaborarea politicilor, distribuirea finanțării, coordonarea și monitorizarea CDI este efectuată de o singură instituție. 	<ul style="list-style-type: none"> • management descentralizat. Pentru elaborarea politicilor, finanțarea, coordonarea și monitorizarea CDI sunt responsabile instituții diferite, care își coordonează activitățile.
Resurse disponibile în CDI	<ul style="list-style-type: none"> • cheltuielile interne brute pentru CDI constituie până la 1% din PIB; • numărul de cercetători per mln populație este de până la 1000. 	<ul style="list-style-type: none"> • cheltuielile interne brute pentru CDI sunt peste 3% din PIB; • numărul cercetătorilor este de peste 3000 per mln populație.

Criteriul	Sistem CDI de tip X (oriental)	Sistem CDI de tip Y (occidental)
Principiul de finanțare	<ul style="list-style-type: none"> • finanțarea preponderent este cea publică; • predomină finanțarea cercetărilor instituționale. 	<ul style="list-style-type: none"> • 60-70% o constituie finanțarea sectorului privat / mediului de afaceri; • în mare parte se realizează prin concursuri de proiecte și granturi.
Sectorul de executare	<ul style="list-style-type: none"> • cercetarea fundamentală și aplicativă în mare parte este realizată în institutele de cercetare subordonate Academiei de Științe naționale, mai puțin la universități; • 60-70% din activitățile CDI sunt executate de organizații guvernamentale / publice subordonate. 	<ul style="list-style-type: none"> • cercetarea fundamentală și aplicativă este concentrată în special în institutele și centrele de cercetare din cadrul universităților; • sistemul CDI este orientat spre inovare, 60-70% din activitățile CDI sunt executate de mediul de afaceri.
Puncte forte	<ul style="list-style-type: none"> • Un lider bun creează o echipă foarte strânsă și o școală științifică succesivă bună. • Există o perspectivă clară de carieră în cadrul propriei sale instituții: inginer, cercetător științific stagiar, ..., cercetător științific principal și mai departe, la dorință și posibilitate, către funcția de conducere. • Dacă un cercetător nu dorește să urmeze cariera de administrare, acesta poate face știință până la pensionare. • Un tânăr cercetător, care tinde să ajungă în funcție de conducere, are suficient timp pentru a obține, sub supravegherea unui șef, cunoștințe în domeniul managementului. 	<ul style="list-style-type: none"> • Candidații cu adevărat proeminenți ocupă poziții de prestigiu în centrele de cercetare de top în baza concurenței puternice și concursului de funcții. • Liderul echipei practic nu are timp pentru știință – el caută bani și lucrează ca manager. • Pentru o sarcină specifică (proiect, subvenție), sunt recrutate rapid persoanele potrivite cu abilitățile potrivite și în număr necesar (dacă există bani). • Concentrarea foarte rapidă pe cercetarea prioritară și schimbarea temei de cercetare la necesitate, pentru că nu există inerție sub forma unui personal permanent angajat cu interesele și preferințele lor personale.
Puncte slabe	<ul style="list-style-type: none"> • Mulți își pierd motivația de a lucra, deoarece practic nu pot fi concediați. • O astfel de muncă este percepută ca un excelent adăpost pentru mamele aflate în concedii de maternitate și pensionarii mediocri care nu fac nimic, dar continuă să obțină ceva pentru asta. • Adesea apar sisteme de clanuri de familie, în care o persoană din afară nu este admisă. • Este foarte dificil să concediezi un lucrător mediocru și să-l înlocuiești cu unul bun dacă acesta nu încalcă formal nimic. • Pentru cercetătorii activi, o astfel de muncă poate părea „mlaștină”. 	<ul style="list-style-type: none"> • Schimbarea permanentă a cadrelor – în decurs de doi ani se schimbă practic tot colectivul. • Nu există nicio perspectivă de carieră în echipa preferată. La fiecare 2-3 ani tinerii își schimbă locul de muncă și, respectiv, tematica de cercetare. • Postdoctorandul nu alege ce să cerceteze – el lucrează la tematica profesorului. Anii cei mai productivi nu merg la cercetarea tematicii preferate, ci pe cea al altcuiva, chiar dacă îți place. • Concurența pentru funcția de profesor este foarte mare - 200-300 de persoane foarte calificate pentru o funcție.

Sursa: Elaborat de autor în baza (Malkov 2011; Силевський 2018)

În sistemele CDI tranzitorii principiile de organizare și finanțare a cercetării sunt mixte și încă instabile. Identificarea unor puncte forte este aproape imposibilă, iar din punctele slabe vom

menționa micșorarea finanțării științei, instabilitatea carierei științifice, nemulțumirea cercetătorilor față de politicile și reformele promovate în domeniu, închiderea unor școli sau direcții științifice, lipsa motivației din partea tinerilor de a continua activitatea de cercetare. În consecință, țările cu sistem de organizare tranzitoriu a CDI se confruntă cu problema migrației specialiștilor, inclusiv tinerilor talentați peste hotare sau în alte sectoare de activitate și „îmbătrânirea” potențialului științific uman și a infrastructurii de cercetare.

Cele prezentate în capitolele precedente și în actualul paragraf ne permit să concludem, că sistemul CDI din Republica Moldova trebuie tratat ca sistem tranzitoriu din următoarele considerente:

- 1) Sistemul CDI pe teritoriul actual al Republicii Moldova a fost organizat de URSS ca sistem de tip X. Era bazat pe administrare centralizată prin intermediul Academiei de Științe, partea leului de lucrări CDI au fost și sunt executate de organizații guvernamentale, resursele financiare și umane sunt limitate, comunitatea științifică este influențată de comportamentul societății care deține caracteristici ale sistemelor sociale de tipul X.
- 2) Republica Moldova se află la granița a două civilizații – X și Y, și este organic legată atât de sistemele X, cât și Y, drept confirmare fiind participarea activă a comunității științifice la concursurile de proiecte europene și bilaterale, la conferințe internaționale organizate în occident și orient, co-publicarea lucrărilor științifice cu colegii din est și vest;
- 3) Începând cu 2004 a fost introdusă procedura de obținere a finanțării prin concurs, principiu specific sistemelor CDI de tip Y;
- 4) Reforma Academiei de Științe din 2018 a descentralizat administrarea sistemului CDI și a limitat funcțiile de expertizare a acesteia.

Schema de organizare a sistemului CDI în Republica Moldova în comparație structura X și Y este prezentată în Fig. 3.33 c).

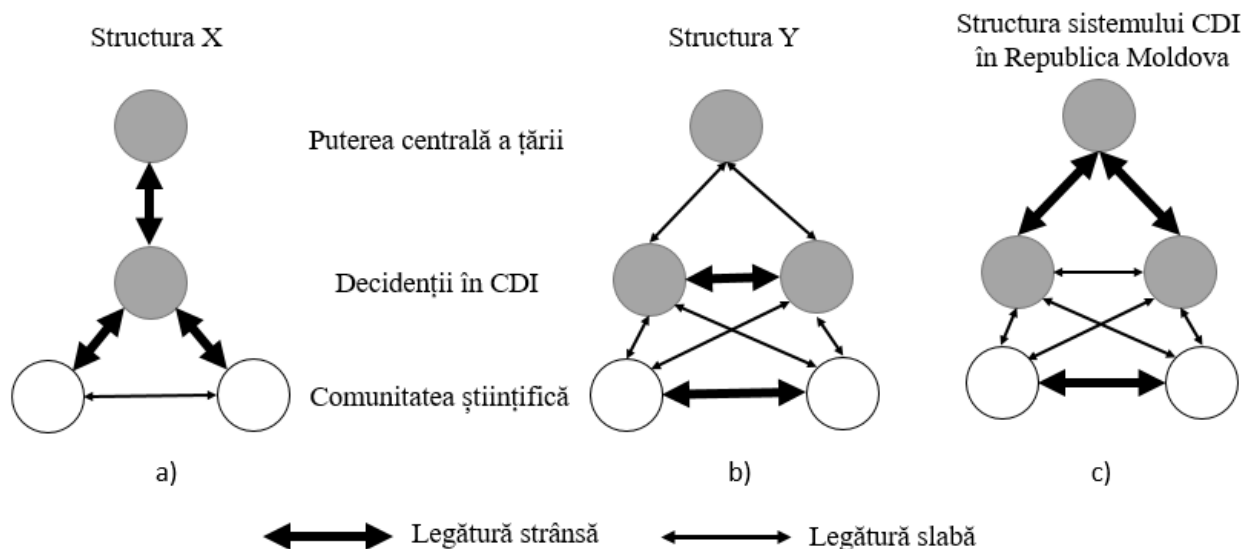


Fig. 3.33. Scheme de organizare a sistemelor CDI de tip X (a), de tip Y (b), în Republica Moldova (c)

Sursa: elaborat de autor

Reieșind din cele prezentate mai sus, considerăm că sunt justificate următoarele decizii administrative în domeniul CDI:

- Intensificarea relațiilor cu structurile europene în domeniul CDI (aderarea la Programele Cadru de cercetare-inovare ale UE, finanțarea proiectelor internaționale și bilaterale, promovarea participării la evenimentele științifice organizate peste hotarele țării);
- Atragerea experților europeni în evaluarea propunerilor de proiecte;
- Descentralizarea sistemului prin excluderea funcției de expertizare a proiectelor și de distribuție a finanțării de către Academia de Științe.

Dacă tratăm sistemul CDI ca sistem autoorganizator, deciziile administrative expuse mai sus au fost corecte din punct de vedere strategic (fără conștientizarea că sistemul CDI din Republica Moldova a fost conceput de sistemul social de tip X, dar este influențat de procesele occidentale prin preluarea unor practici europene). Însă din punct de vedere tactic, acestea au fost contraproductive din următoarele considerente:

Cultura și tradițiile naționale influențează semnificativ organizarea și managementul sistemului de cercetare, dezvoltare și inovare din țară (corupția pasivă, cumătrismul, nepotismul). Fiind o țară foarte mică cu un număr de cercetători limitat, în special în domeniile științifice distincte, la expertizarea proiectelor, susținerea tezelor de doctor și doctor habilitat, recenzarea revistelor și articolelor, evaluarea organizațiilor poate fi atras un număr redus de oameni de știință, care se cunosc personal, deseori fiind în relații colegiale, de prietenie sau rudenie de diferit nivel. În aceste condiții procesul de evaluare, expertizare, recenzare devine unul subiectiv.

Nefuncționarea legilor sau contradicția acestora la nivel de stat influențează negativ dezvoltarea socioeconomică a țării noastre (Timuș 2013, p. 155). Acest fapt se reflectă și în sistemul CDI. Spre exemplu, conform Codului cu privire la știință și inovare (nr. 259/2004) procedura de evaluare a organizațiilor din sfera științei și inovării trebuia organizată până la concursul proiectelor din cadrul Programelor de stat pentru că conform art. 8 (2) al Codului „Finalitatea evaluării organizațiilor din domeniile cercetării și inovării este clasificarea acestora pe nivelul de capacitate care determină accesul diferențiat la finanțare conform metodologiei de finanțare a proiectelor în domeniile cercetării și inovării aprobate de Guvern”. În același timp, Metodologia menționată (HG 382/2019) nu prevede finanțarea diferențiată în funcție de rezultatele evaluării organizațiilor.

Sistemul CDI este un sistem complex compus din subsistemul de cercetare, dezvoltare și subsistemul de inovare. Pentru ca sistemul CDI să aibă un impact economic, reforma trebuia să prevadă schimbări esențiale și în subsistemul de inovare, prin crearea mecanismelor de atragere masivă a sectorului privat în activități CDI.

Pentru că sistemul CDI este și sistem social, acesta este flexibil la schimbări de procedură, dar rezistent la schimbări administrative, la care reacționează cu întârziere. Prin urmare, nu trebuie să ne așteptăm la un rezultat imediat.

O analiză SWOT a sistemului științei și inovării a fost realizată în 2013 de un grup de experți (Stratan 2013, p. 71), care la acea vreme caracteriza sistemul. Analiza SWOT a sistemului actual de cercetare, dezvoltare și inovare în Republica Moldova realizată de autor este prezentată în Tabelul 3.15.

Tabelul 3.15. Analiza SWOT a sistemului CDI în Republica Moldova

Puncte tari:	Puncte slabe:
1) Autoorganizarea sistemului în condiții de criză;	1) Nerespectarea sau contradicția actelor legislative și normative în domeniu;
2) Existența unor cercetători de talie mondială, care aparțin școlilor științifice fundamentale recunoscute peste hotarele Republicii Moldova;	2) Resurse financiare și umane limitate;
3) Accesul la programele de cercetare europene;	3) Exodul cadrelor științifice de înaltă calificare;
4) Prioritățile naționale ale sectorului cercetării și inovării corespund celor europene;	4) Îmbătrânirea drastică a potențialului intelectual;
5) Păstrarea legăturilor cu diaspora științifică;	5) Reproducerea în masă a potențialului uman calificat în domeniul socioeconomic în defavoarea științelor naturale, ingineresti și tehnice;
6) Finanțarea activităților CDI în bază de concursuri;	6) Lipsa unor politici și strategii motivante pentru dezvoltarea subsistemului de inovare;
7) Existența infrastructurii de cercetare (laboratoare, echipament).	7) Colaborarea științifică slabă între instituțiile de cercetare, de învățământ superior și mediul de afaceri;
8) Decentralizarea sistemului și separarea funcțiilor de organizare, expertizare, finanțare.	8) Promovarea insuficientă a rezultatelor științifice.

Oportunități:	Amenințări:
<ol style="list-style-type: none"> 1) Intensificarea cercetării și vizibilității internaționale grație paradigmei e-Știință; 2) Menținerea și fortificarea școlilor științifice; 3) Participarea în programe și proiecte internaționale; 4) Realizarea cercetărilor științifice care se înscriu în prioritățile de cercetare europene; 5) Atragerea diasporei științifice în stabilirea rețelelor de colaborare științifică internațională. 6) Obținerea finanțării bazate pe competențe și capacități; 7) Posibilitatea de efectuare a cercetărilor de nivel înalt utilizând infrastructura existentă; 8) Participarea egală a universităților și instituțiilor de cercetare la concursurile naționale de proiecte de cercetare. 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Rezistență la schimbări administrative și drept urmare ineficiența reformelor sistemului; 2) Reducerea în continuare a finanțării sistemului CDI; 3) Atractivitatea scăzută a profesiei de cercetător; 4) Reducerea potențialului uman calificat; 5) Apatia cercetătorilor de a participa în cadrul proiectelor naționale și internaționale; 6) Învechirea infrastructurii de cercetare; 7) Lipsa interesului din partea sectorului privat de a participa la activități CDI; 8) Nevalorificarea rezultatelor științifice obținute.

Sursa: Elaborat de autor

Analiza punctelor slabe și riscurilor sistemului de cercetare, dezvoltare și inovare din Republica Moldova arată, că sistemul necesită continuarea reformelor de organizare și administrare a sistemului ținând cont de aspectele sinergetice studiate în lucrare, iar punctele tari și oportunitățile trebuie menținute și dezvoltate.

3.5. Concluzii la capitolul 3

Reieșind din obiectivele propuse pentru realizare în capitolul trei și din ipoteza de cercetare formulată, a fost efectuat studiul de determinare a nivelului de dezvoltare a științei în Republica Moldova în comparație cu alte țări din regiune și din lume, analizat nivelul de interdependență între sistemul CDI și sistemul socioeconomic al țării, cercetat procesul de organizare și autoorganizare a rețelei de colaborare științifică, examinat sistemul CDI din Republica Moldova din perspectiva proceselor de organizare și perfecționare al acestuia. În urma cercetărilor efectuate se pot trage următoarele **concluzii**:

1. Pentru stabilirea nivelului de dezvoltare a științei în Republica Moldova și compararea acestuia cu alte țări a fost utilizată formula de calcul al Indicelui de Dezvoltare a Științei bazat pe modelul informațional. Studiul a arătat, că spre deosebire de majoritatea țărilor din lume în care nivelul de dezvoltare a științei este în creștere, în Republica Moldova la nivel global nivelul de dezvoltare a științei pe parcursul a 23 de ani rămâne practic neschimbat, iar la nivel regional este chiar în descreștere. S-a stabilit, că o creștere mai dinamică a valorilor Indicelui de Dezvoltare a Științei în statele comunitare este observată după aderarea acestora la UE.
2. Eficacitatea sistemului de cercetare, dezvoltare și inovare constă în capacitatea de a produce efect social și economic și de a menține mișcarea spre atingerea scopului propus. În urma

analizei nivelului de interdependență dintre sistemul socioeconomic și sistemul CDI al țării, efectuată pentru 45 de țări prin corelarea *Indicelui de Dezvoltare Umană* și *Indicelui de Dezvoltare a Științei și Tehnologiei* – formulă de calcul pe care o propunem, s-a constatat că între aceste două sisteme există o corelație pozitivă foarte puternică, coeficientul de corelație fiind de 0,91. A fost demonstrat că pentru țările care nu dețin resurse energetice proprii, printre care se numără și Republica Moldova, singura cale de dezvoltare socioeconomică a țării este dezvoltarea științei și tehnologiei. A fost arătat că pentru creșterea impactului științei și tehnologiei asupra nivelului de dezvoltare economică în Republica Moldova este strict necesară crearea condițiilor motivante pentru atragerea sectorului privat în finanțarea și executarea lucrărilor CDI.

3. Analiza dinamicii colaborării științifice a oamenilor de știință din Republica Moldova efectuată prin aplicarea metodei bibliometrice a arătat că timp de 21 de ani cota lucrărilor cu mai mulți autori, dar și cu mai multe afiliere (organizații) și țări a crescut considerabil, atât la nivel național, cât și internațional. Această intensificare se explică atât prin organizarea, lansarea și promovarea unor inițiative de colaborare (programe internaționale, proiecte bilaterale), cât și prin autoorganizarea rețelei de colaborare.
4. Studiul principiilor de organizare a unui șir de sisteme naționale de cercetare, dezvoltare și inovare au permis identificarea a trei tipuri de sisteme CDI: organizare instituțională și management de tip X (oriental), organizare instituțională și management de tip Y (occidental) și de tip tranzitoriu sau intermediar. Au fost prezentate punctele forte și punctele slabe pentru structuri organizate de tip X și Y și bazându-se pe fapte și cifre s-a determinat, că sistemul CDI din Republica Moldova în prezent se află în stare tranzitorie și instabilă. În același timp, schimbările implementate în ultimul deceniu în administrarea sistemului CDI și modulii de finanțare prin concurs din bugetul de stat a activităților CDI sunt justificate, dar deocamdată contraproductive. Analiza SWOT efectuată a confirmat această concluzie.

În încheiere, concludem, că ipoteza prin care s-a presupus că dacă sistemul CDI este sistem complex social, atunci acesta este influențat de alte sisteme/subsisteme și trebuie gestionat ținând cont de aspectele sinergetice ale acestuia s-a dovedit a fi adevărată.

CONCLUZII GENERALE ȘI RECOMANDĂRI

Reieșind din scopul, obiectivele și ipoteza de cercetare, prin lucrarea de față ne-am propus să aducem partea noastră de contribuție la studierea proceselor de organizare și autoorganizare a sistemului de cercetare, dezvoltare și inovare în Republica Moldova și să propunem o serie de recomandări pentru perfecționarea organizării acestuia. Rezultatele obținute permit formularea următoarelor *concluzii*:

1. În contextul reformelor sistemului de cercetare, dezvoltare și inovare în Republica Moldova, nevoia realizării unor cercetări este importantă și necesită implicarea specialiștilor din diferite domenii conexe. *Știința despre știință* utilizează modele pentru înțelegerea mecanismelor care mișcă știința, de la producerea cunoștințelor până la impactul științei, făcând prognoze de dezvoltare ale acesteia bazându-se pe fapte. În același timp, *scientometria*, una dintre ramurile importante ale științei, permite analiza cantitativă a sistemului CDI (§ 1.1).
2. Sistemul CDI este un sistem complex instituționalizat, dar pentru că este și o configurație complexă a multor oameni legați între ei instituțional, tematic, cultural prin modele de relații care se suprapun, acesta este un sistem complex social care este mai deschis în comparație cu alte sisteme complexe; interconectările dintre componentele sistemului nu sunt întotdeauna fizic vizibile, iar interacțiunea între indivizi este mai complexă decât schimbul de informații în alte sisteme complexe. Sistemul complex social de cercetare, dezvoltare și inovare posedă următoarele caracteristici (§ 1.2):
 - Este autoorganizator din două perspective: a) autoorganizarea neformală a echipelor de cercetare pentru rezolvarea unei sarcini sau disputarea unei idei; b) autoorganizarea informației și a cunoștințelor în procesul activității CDI;
 - Este alogic – deține comportament contradictoriu așteptărilor sau închipuirilor, tendințe de înrăutățire a situației atunci când este așteptată îmbunătățirea acesteia;
 - Este rezistent la inovațiile administrative fiind surprinzător de insensibil la schimbările majore ale multor parametri ai sistemului;
 - Conține atractor de influență în locuri neașteptate care sunt sursă de putere posibilă să schimbe echilibrul în sistem;
 - Contracarează și compensează forțele externe prin reducerea ratei de acțiune care se generează în interiorul sistemului;
 - Reacționează „întârziat” la inovațiile administrative care presupun o reacție imediată a sistemului.
3. Pentru managementul eficient al sistemului de cercetare, dezvoltare și inovare, determinarea legăturilor de dezvoltare a sistemului, studierea dinamicii activității

științifice, prognozarea evoluției viitoare a sistemului sunt aplicate metode de fundamentare a deciziilor în condiții de incertitudine, primul pas fiind analiza și modelarea acestora. Sistemul complex de cercetare, dezvoltare și inovare poate fi prezentat prin diferite modele, în funcție de scop, viziune, aspect, natura și particularitățile sistemului, tipul de date disponibile, însă oricare ar fi modelul, acesta reflectă doar un aspect al sistemului, iar studiarea complexă, multilaterală a sistemului necesită combinarea mai multor studii, deseori interdisciplinare, obținute prin diverse metode (§ 1.3). Modelul conceptual al sistemului CDI prin prisma elementelor de intrare, activităților, elementelor de ieșire, efectelor și impactului a fost dezvoltat de autor și prezentat în § 2.1.

4. Analiza transformărilor produse la nivel mondial prezentate în § 2.2 a scos în evidență următoarele tendințe ale sistemului modern de dezvoltare a cercetării, dezvoltării și inovării care influențează sistemele și subsistemele CDI naționale:
 - impunerea priorităților în cercetare care se efectuează la nivel supranațional, național și sectorial;
 - comercializarea cercetării – guvernele întreprind măsuri de aliniere a politicii statului în cercetare cu prioritățile pieței, care generează parteneriatul public-privat, dar și, ca efect negativ, reduce diversitatea și creativitatea în cercetare;
 - intensificarea mobilității globale și colaborării științifice care este mai caracteristică țărilor mici;
 - digitizarea și deschiderea științei – o nouă paradigmă de cercetare, obținere, stocare, transmitere și prelucrare a informației;
 - contabilizarea și evaluarea științei și tehnologiei – proces internaționalizat produs la toate nivelele și transferat din zona responsabilității profesionale (sau colegiale) în zona de competență organizațională sau managerială.
5. Evaluarea activității științifice devine din ce în ce mai răspândită. Scopul principal al evaluării este optimizarea costurilor cercetării, stimularea rezultatelor cercetării, eficientizarea investițiilor în știință și demonstrarea beneficiilor științei pentru societate. Studiile efectuate au permis clasificarea metodelor de evaluare în funcție de nivelul sau scara obiectului de evaluare, după perioadă și după formele de evaluare. S-a stabilit, că o condiție prealabilă importantă pentru utilizarea evaluărilor este realizarea unui mecanism adecvat de reacție inversă pozitivă din partea comunității științifice (§ 2.3).
6. Analiza comparativă a sistemelor de cercetare-dezvoltare-inovare dintr-un șir de țări în baza informației privind actorii de bază din sistem, principalele acte legislative și

- normative, principiile de finanțare a sistemului a arătat, că în țările dezvoltate sunt create condiții motivante pentru atragerea tineretului și a sectorului privat în CDI (§ 2.4).
7. Clasamentul sistemelor naționale de cercetare, dezvoltare și inovare propus și realizat de autor în baza a cinci indicatori scientometrici care reflectă atât nivelul de asigurare cu resurse, cât și nivelul de implicare a sectorului privat în finanțarea și efectuarea activităților CDI a arătat că pe primele poziții ale clasamentului se situează cele mai stabile, iar pe ultimele poziții sunt cele mai instabile sisteme CDI. A fost arătat, că sistemul CDI este format din doua subsisteme: sistemul de cercetare-dezvoltare și sistemul de inovare. În stabilitatea și eficiența întregului sistem CDI dezvoltarea subsistemul de inovare joacă un rol primordial (§ 2.4).
 8. Analiza comparativă a nivelului de dezvoltare a științei în Republica Moldova și alte țări/regiuni, aplicând formula de calcul al *Indicelui de Dezvoltare a Științei* la baza căruia stă modelul informațional al științei a scos în evidență că spre deosebire de majoritatea țărilor din lume în care nivelul de dezvoltare a științei este în creștere, în Republica Moldova nivelul de dezvoltare a științei pe parcursul a 23 de ani a rămas practic neschimbat. Studiul efectuat a atestat că valorile Indicelui de Dezvoltare a Științei în statele comunitare încep să crească după aderarea acestora la UE (§ 3.1).
 9. Formula de calcul al *Indicelui de Dezvoltare a Științei și Tehnologiei* propusă de autor a permis determinarea nivelului de interdependență dintre sistemul socioeconomic al țării și nivelul de dezvoltare a științei și tehnologiei. S-a stabilit, că între *Indicele de Dezvoltare a Științei și Tehnologiei* și *Indicele de Dezvoltare Umană* există o corelație pozitivă puternică. A fost demonstrat că în țările care nu dețin resurse energetice proprii, cum este Republica Moldova, resursele limitate sau reducerea finanțării sistemului de cercetare-dezvoltare provoacă inevitabil stagnarea sau scăderea nivelului de dezvoltare socioeconomică a statului (§ 3.2).
 10. Studiul realizat privind colaborarea științifică a cercetătorilor din Republica Moldova a arătat că în ultimii 21 de ani colaborarea științifică la nivel național și internațional s-a intensificat considerabil, acesta fiind rezultat al interacțiunii sinergice a cercetătorilor. Analiza comparativă a inițiativelor de colaborare în cadrul proiectelor naționale, internaționale și bilaterale organizate la nivel național a arătat, că cooperarea este rezultat nu doar a organizării, dar și a autoorganizării sistemului de cercetare, dezvoltare și inovare (§ 3.3).
 11. Studiarea principiilor de instituționalizare a mai multor sisteme naționale de cercetare, dezvoltare și inovare a relevat trei tipuri de organizare a științei: de tip X (oriental), de tip Y (occidental) și tranzitoriu sau intermediar. Au fost prezentate punctele forte și punctele

slabe ale fiecăruia dintre aceste tipuri. Analiza evoluției de organizare a sistemului de cercetare, dezvoltare și inovare din Republica Moldova, analiza SWOT efectuată ne-au permis să constatăm că sistemul actual organizat și autoorganizat de cercetare, dezvoltare și inovare în Republica Moldova este unul tranzitoriu sau instabil și trebuie gestionat ținând cont de aspectele sinergetice ale sistemelor complexe sociale (§ 3.4).

Prin urmare, ipoteza de cercetare care a constat în presupunerea că dacă sistemul CDI este sistem complex, atunci acesta: 1) este nu doar organizat, dar și autoorganizator; 2) este influențat de alte sisteme/subsisteme; 3) trebuie gestionat ținând cont de aspectele sinergetice ale acestuia, s-a confirmat.

Rezultatele obținute în cadrul studiilor teoretico-metodologice efectuate au condus la formularea următoarelor recomandări de ordin teoretic și practic:

Recomandări de ordin teoretic:

1. La implementarea reformelor în sistemul de cercetare-dezvoltare-inovare decidenții trebuie să țină cont de faptul, că acesta este un sistem complex social, și, prin urmare, acestuia îi sunt caracteristice reacții imprevizibile de feedback. Anume această caracteristică a sistemelor complexe sociale este deseori cauza nereușitei și a eșecurilor în încercările de îmbunătățire a comportamentului sistemului.
2. În atenția decidenților în domeniul cercetării-dezvoltării-inovării și a specialiștilor în domeniul scientometriei este propusă formula de calcul a Indicelui de Dezvoltare a Științei și Tehnologiei, care se recomandă a fi utilizat la studii și analize comparative a nivelului de dezvoltare a sistemelor de CDI în diferite țări.

Recomandări de ordin practic:

3. În scopul eficientizării finanțării sistemului CDI se propune finanțarea instituțională să fie efectuată în funcție de categoria obținută de organizație în urma evaluării, iar la finanțarea prin concurs să poată participa toate organizațiile din Republica Moldova, indiferent de forma de organizare. În cazul în care o organizație nu va obține finanțare instituțională, prin participare la concursuri de proiecte aceasta va avea posibilitatea să obțină rezultate frumoase și astfel să-și crească performanța pentru viitoarea evaluare.
4. Pentru minimizarea angajării personalului ineficient, în propunerile de proiecte depuse în cadrul concursurilor să fie indicat numărul necesar de angajați și competențele acestora necesare pentru realizarea proiectului fără indicarea numelor concrete. Angajarea personalului de cercetare să fie efectuată prin concurs după câștigarea acestora. Pentru atragerea tinerilor în sistemul de cercetare, dezvoltare și inovare în toate propunerile de

proiecte să fie obligatoriu prevăzute 20% de unități pentru tineri cercetători și să fie relansate granturile pentru tineri cercetători.

5. Pentru implicarea mai activă a mediului de afaceri în activitățile CDI, intensificarea colaborării institutelor de cercetare cu universități și „întinerirea” potențialului uman se recomandă lansarea unor programe de parteneriat Industrie – Instituție de cercetare guvernamentală – Universitate. Pentru crearea climatului investițional în CDI se propune introducerea facilităților pentru impozitul pe profit, scutirea impozitului pe venit pentru oamenii de știință și inginerii care realizează activități CDI. Pentru a motiva sectorul privat să implementeze idei sau tehnologii noi, să fie creat un fond pentru acordarea sprijinului financiar pentru producerea unor mostre de produse noi sau implementarea tehnologiilor scientointensive.

BIBLIOGRAFIE

În limba română

1. ALEXEEVA, S., CUJBA, R. Integrarea științei și educației – baza dezvoltării societății cunoașterii. In: *Materialele Conferinței științifice „Problemele actuale ale organizării și autoorganizării sistemului de cercetare-dezvoltare în Republica Moldova”* 8 aprilie 2011, Chișinău, 2011, pp. 146-149. ISBN 978-9975-105-52-1.
2. ANDRIEȘ, A., TIGHINEANU, I., BOGATENCOV, P., COJOCARU, I., CUJBA, R. Inițiativa regională de dezvoltare a e-infrastructurii pentru cercetare și inovare – SEERA-EI. In: *Akados. Revistă de Știință, Inovare, Cultură și Artă*. 2012, nr. 1(24), pp. 70-75, ISSN: 1857-0461.
3. BALMUȘ, V. *Administrarea și autoadministrarea sferei științei și inovării în Republica Moldova*: teză de doct. hab. în științe juridice. Ch.: Lexon Prim, 2012, 312 p.
4. BALMUȘ, V. Conceptul administrării științei. In: *Probleme actuale ale organizării și autoorganizării sistemului de cercetare-dezvoltare în Republica Moldova*. Materialele Conf. Șt., Chișinău, 8 apr. 2011, pp.180-191. ISBN 978-9975-105-52-1.
5. BALMUȘ, V. Libertatea creației științifice și asigurarea interesului public în activitatea sistemului național de cercetare-dezvoltare. In: *Akados. Revistă de Știință, Inovare, Cultură și Artă*. 2015, nr. 2(37), pp. 58-65. ISSN 1857-0461.
6. BELEI O., COSTIN L., GOIAN N. et al. (red). *Accesul la informație și dreptul de autor / Asociația Bibliotecarilor din Republica Moldova*: Chișinău: Centrul ed. al UASM, 2010. 130 p. ISBN 978-9975-64-197-5.
7. CANȚER, V., CUCIUREANU, G., HOLBAN, I. Studiile doctorale în Republica Moldova în contextul politicilor europene. In: *Proceedings of the 37th Annual Congress of the American-Romanian Academy of Arts and Sciences (ARA). The University of European Political and Economic Studies “Constantin Stere”*, 4-9 iunie 2013, Chisinau, 2013, 580 p., pp. 268-271. ISBN 978-9975-53-218-1
8. CANȚER, V., HOLBAN, I. Doctoratul și reproducerea potențialului de cercetare. II. Secvențe din experiența Republicii Moldova. In: *Intellectus: Revistă de proprietate intelectuală*. 2010, nr. 2, pp. 66-70. ISSN 1810-7079.
9. CANȚER, V., MINCIUNĂ, V., CUCIUREANU, G. Indicatorii de resurse ai sferei științei și inovării a Republicii Moldova în raport cu statisticile internaționale. In: *Proceedings of the 37th Annual Congress of the American-Romanian Academy of Arts and Sciences (ARA). The University of European Political and Economic Studies “Constantin Stere”*, June 04-09, 2013, Chisinau, 2013, pp. 272-279. ISBN 978-9975-53-218-1

10. CANȚER, V., MINCIUNĂ, V., CUCIUREANU, G. Pe ce principii restructurăm managementul științei? In: *Intellectus*. 2016, nr. 2, pp. 82-88. ISSN 1810-7079
11. CANȚER, V., MINCIUNĂ, V., TOMA, S. Modernizarea sistemului național pentru acreditare orientat la sporirea eficienței și calității cercetării. In: *Akados. Revistă de Știință, Inovare, Cultură și Artă*. 2009, nr. 2(13), pp. 8-14. ISSN 1857-0461.
12. CANȚER, V., TOMA, S., MINCIUNĂ, V., BILEȚCHI, L. Evaluarea și acreditarea științifică – una din modalitățile de ierarhizare a instituțiilor de cercetare. In: *Akados. Revistă de Știință, Inovare, Cultură și Artă*. 2012, nr. 4(27), pp. 19-25. ISSN 1857-0461.
13. CANȚER, V., TOMA, S., MINCIUNĂ, V., BILEȚCHI, L. Ratingul actualizat al instituțiilor de cercetare acreditate din Republica Moldova: 1 ianuarie 2013. In: *Akados. Revistă de Știință, Inovare, Cultură și Artă*. 2013, nr. 1(28), pp. 15-24. ISSN 1857-0461.
14. CATAN, P., **CUJBA, R.** e-Știința – premisă pentru eficientizarea colaborării în domeniul cercetării științifice. In: *Revista Națională de Drept*. 2019, nr. 222(4-6), pp. 55-61. ISSN 1811-0770.
15. COJOCARU, I. *Spportul informațional al evaluării cercetărilor științifice în Republica Moldova*: tz. de dr. în informatică, Chișinău, 2014, 160 p.
16. COJOCARU, I., BOTNARU, V., HOLBAN, I. În căutarea unui „Brici Ockham” care să reducă numărul de indicatori necesari evaluării activității organizațiilor din sfera științei și inovării și de pregătire a cadrelor științifice. In: *Lucrările Conferinței Internaționale Științifico-Practice „Creșterea economică în condițiile globalizării”*, ediția a 12-a. Institutul Național de Cercetări Economice, 12-13 octombrie 2017. Chișinău, 2017, vol. II, pp. 222-228. ISBN 978-9975-3171-2-2.
17. COJOCARU, I., CUCIUREANU, G. Prezența în cadrul științei mondiale moderne a cercetării din Republica Moldova. In: *Intellectus*. 2013, nr. 2, pp. 65-73. ISSN 1810-7079.
18. COJOCARU, I., CUJBA, R., ȚURCAN, N. et al. *Indicatori cercetare-dezvoltare 2020: Studiu privind asigararea suportului metodologic pentru monitorizarea indicatorilor Strategiei de Cercetare-Dezvoltare a Republicii Moldova până în anul 2020* [online]. Ed. a 2-a, rev. și compl. Chișinău, Institutul de Dezvoltare a Societății Informaționale, 2018, 72 p. [citată 13.02.2019]. ISBN 978-9975-3220-0-3. Disponibil: https://idsi.md/files/file/Buclet_Indicatori_CDI_2000_2020_11-04-2018_CIP.pdf.
19. CUCIUREANU, G. Evoluția modelului de coordonare a sistemului național de cercetare-dezvoltare. In: *Economie și Sociologie*. 2009, nr.3, p.60-66. ISSN:1857-4130
20. CUCIUREANU, G. Externalizarea științifică în contextul internaționalizării domeniului de cercetare-dezvoltare. In: *Intellectus*. 2007, nr. 2, pp. 34-40. ISSN 1810-7079.

21. CUCIUREANU, G. *Perfecționarea managementului sistemului național de cercetare-dezvoltare în contextul proceselor de globalizare: tz. de doct. hab. în științe economice*, Chișinău, 2015, 383 p.
22. CUCIUREANU, G. Periodizarea politicilor științifice în Republica Moldova. In: *Lucrările Conferinței Științifice „Competitivitatea și inovarea în economia cunoașterii”*. 2009, Vol. I, Chișinău, ASEM, 2009, pp. 66-70. ISBN: 978-9975-75-488-0.
23. CUCIUREANU, G. Sistemul de cercetare-dezvoltare din Republica Moldova reflectat în rapoarte internaționale. In: *Revista de Politică a Științei și Scientometrie – Serie Nouă*. 2013, vol. 2, nr. 2, 2013, pp. 159-164. ISSN 2284-7316.
24. CUCIUREANU, G. Tendințe în susținerea tezelor de doctorat în Republica Moldova. In: *Lucrările Conferinței Internaționale Științifico-Practice "Creșterea economică în condițiile globalizării"*, ediția a 11-a. Institutul Național de Cercetări Economice, 13-14 octombrie 2016. Chișinău, 2016, vol. II, pp. 215-220. ISBN 978-9975-4453-9-9.
25. CUCIUREANU, G., COJOCARU, I., COJOCARU, I., ȚURCAN, N., GRECU, M., ROȘCA, A., RUSU, A., CUJBA, R., COȘULEANU, I., UNGUREANU, E., MINCIUNĂ, V. *Știința deschisă în Republica Moldova: Studiu = Open science in the Republic of Moldova: Study*. Chișinău: Institutul de Dezvoltare a Societății Informaționale, 2018, 264 p. ISBN 978-9975-3220-3-4, eISBN 978-9975-3220-4-1. <https://doi.org/10.5281/zenodo.146841>.
26. CUCIUREANU, G., HOLBAN, I., MINCIUNĂ, V. Evoluția studiilor doctorale în Republica Moldova: Crambe repetita. In: *Akademios. Revistă de Știință, Inovare, Cultură și Artă*. 2017, nr. 3(46), pp. 31-37. ISSN 1857-0461.
27. CUCIUREANU, G., MANIC, S., Considerații privind rolul statului în managementul sistemului național de cercetare-dezvoltare. In: *Intellectus*. 2010, nr. 2. ISSN 1810-7079.
28. CUCIUREANU, G., MINCIUNĂ, V. Finanțarea științei în următoarea perioadă – cale de lichidare a cercetării organizate în Republica Moldova? In: *Akademios. Revistă de Știință, Inovare, Cultură și Artă*. 2019 3(54), pp. 27-32. eISSN 2587-3687. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3525075>
29. **CUJBA, R.** Abordarea bibliometrică în analiza dinamicii de dezvoltare a științei și societății. In: *Akademios. Revistă de Știință, Inovare, Cultură și Artă*. 2019, nr. 1(52), pp. 24-28. eISSN 2587-3687. <https://doi.org/10.5281/zenodo.2905426>
30. **CUJBA, R.** Dezvoltarea cercetării-dezvoltării în Republica Moldova. Încotro mergem și unde vrem să ajungem. In: *Conferința Științifică Internațională a doctoranzilor „Tendințe*

- contemporane ale dezvoltării științei: viziuni ale tinerilor cercetători: Teze / com. șt.*”, 10 martie 2014, Chișinău, Artpoligraf, 2014, 144 p. ISBN 978-9978-4257-2-8.
31. **CUJBA, R.**, DICUSAR, A. Cu privire la verigile slabe sau lipsă din sfera cercetare, dezvoltare și inovare în Republica Moldova pentru impactul pozitiv asupra nivelului de dezvoltare socio-economică din țară. In: *Lucrările Conferinței Internaționale Științifico-Practice „Creșterea economică în condițiile globalizării: modele de dezvoltare durabilă”*, ed. a 12-a, 12-13 octombrie 2017, Chișinău, 2017, vol. I, pp. 85-91. ISBN: 978-9975-3171-1-5.
 32. DICUSAR, A., **CUJBA, R.** Interdependența dintre știință și dezvoltarea economico-socială. UE, CSI, Republica Moldova. In: *Akados. Revistă de Știință, Inovare, Cultură și Artă*. 2015, 1(36), pp. 8-12. ISSN 1857-0461.
 33. DRAGNEV, D., JARCUȚCHI, I., ed. *Academia de Științe a Moldovei: Istorie și contemporaneitate, 1946-2006*. Chișinău: Știința, 2006. ISBN 978-9975-67-557-4
 34. DUCA, Gh. Perspectivele științei și inovării în Republica Moldova. In: *Intellectus*. 2004, nr.4, pp. 9-13. ISSN 1810-7079
 35. DUMITRAȘCO, M. Știința, mobilul economiei. In: *Akados. Revistă de Știință, Inovare, Cultură și Artă*. 2011, nr. 1(20), pp. 40-42. ISSN 1857-0461.
 36. GAINDRIC, C. *Abordări sistemice în luarea deciziilor (suport de curs)*. Universitatea Academiei de Științe a Moldovei, Chișinău, 2017, 154 p.
 37. GANEA, V., GRIBINCEA, A. Rolul inovației și al creativității în dezvoltarea economică. În: *Studia Universitatis (științe economice și exacte)*. 2008, nr. 3, p. 172-175. ISSN online 2345-1033.
 38. GRAMA, V. Centrul pentru Finanțarea Cercetării Fundamentale și Aplicative. In: *Akados. Revistă de Știință, Inovare, Cultură și Artă*. 2012, nr. 2(25), pp. 80-81 ISSN 1857-0461.
 39. GRIBINCEA, A. Rolul CD în redresarea economiei naționale. În: *Lucrările Conf. șt. Intern „Strategii de dezvoltare socio-economică a societății în condițiile globalizării”*. 2012, Chișinău, 15-16 oct. 2012, p.161-168. ISBN 978-9975-56-082-5
 40. HOLBAN, I. Edificarea societății bazate pe cunoaștere în Republica Moldova: practici bune, orientări, probleme, sugestii. In: *Intellectus*. 2018, nr. 4, pp. 91-100. ISSN 1810-7079
 41. HOLBAN, I., PETROV (COTUN), C. Resursele științifice umane – factorul-cheie pentru științificarea țării . In: *Akados. Revista de Știință, Inovare, Cultură și Artă*. 2015, nr. 2(37), pp. 47-57. ISSN 1857-0461.

42. JARCUȚCHI, I. File din istoricul Academiei de Științe (65 de ani de la formarea primelor institute academice din Republica Moldova). In: *Akademios. Revistă de Știință, Inovare, Cultură și Artă*. 2011, nr. 2 (21), p.14-22. ISSN 1857-0461.
43. MÂNDRU, L., BEGU, L.S. Optimizarea deciziilor în condiții de risc și incertitudine. In: *Meridian Ingineresc*. 2009, nr. 2, pp. 78-81. ISSN 1683-853X.
44. NAVAL, E. Impactul sectoarelor C&D și TIC asupra evoluției economice. In: *Akademios. Revistă de Știință, Inovare, Cultură și Artă*. 2012, nr. 4(27), pp. 43-47. ISSN 1857-0461.
45. NEGRU, E. *Impactul capitalului științific asupra dezvoltării socioeconomice și competitivității economice internaționale: tz. de doct. în științe economice*. Chișinău, 2018. 178 p.
46. PIȘCENCO, M. Evaluarea și acreditarea organizațiilor științifice: abordarea sistemico-sinergetică. În: *Intellectus*. 2012, nr. 2, pp. 65-70. ISSN 1810-7079.
47. PIȘCENCO, M., ROTARU, A. Baza legislativă a sistemului de evaluare și acreditare a organizațiilor din sfera științei și inovării în Republica Moldova. In: *Economica*. 2007, nr. 3(57), pp. 5-7. ISSN 1810-9136.
48. RAILEAN, V., TIMUȘ, A. Metode moderne de finanțare a activităților științifice și tehnologice: practici relevante pentru Republica Moldova. In: *Economica*. 2018, nr. 4(106), pp. 60-71. ISSN 1810-9136.
49. REPANOVICI, A., ROGOZEA, L. Momente istorice considerabile în dezvoltarea scientometriei. In: *NOEMA*, vol. XI, 2012, pp. 245-252. ISSN 2239-5474.
50. ROȘCA, A., COJOCARU, I., TURCANU, A. Bibliometric analysis of the nanotechnology research area in the Republic of Moldova. In: *IFMBE Proceedings of the 4th International Conference on Nanotechnologies and Biomedical Engineering*. Ediția a 4-a, 18-21 septembrie 2019, Chișinău. Germany: Springer, 2020, pp. 691-695. ISBN 978-303031865-9.
51. ROTARU, A. Aspecte sinergetice ale indicatorilor de evaluare a performanțelor științifice, dezvoltării tehnologice și inovării. In: *Akademios. Revistă de Știință, Inovare, Cultură și Artă*. 2009, nr. 2(13), pp. 26-28. ISSN 1857-0461.
52. ROTARU, A. Considerații generale privind paradigma sinergetică a autoorganizării și organizării sistemelor de cercetare-dezvoltare. In: *Akademios. Revistă de Știință, Inovare, Cultură și Artă*. 2008, nr. 3(10), pp. 21-24. ISSN 1857-0461.
53. ROTARU, A., ALEXEEVA, S., **CUJBA, R.** Contribuții privind analiza dinamică a unor indicatori ai potențialului științifico-tehnologic din Republica Moldova. In: *Economica. Revistă științifică și didactică*. 2010, anul XVIII, nr. 2(72), pp. 9-17. ISSN:1810-9136.

54. ROTARU, A., ALEXEEVA, S., **CUJBA, R.** Dezvoltarea capitalului uman in domeniul cercetării-dezvoltării din Republica Moldova In: *Conferința Științifică Internațională „Republica Moldova: 20 ani de reforme economice”*, 23-24 septembrie 2011. Chișinău, ASEM, 2011. 528 p. ISBN 978-9975-75-587-0.
55. ROTARU, A., **CUJBA, R.** Unele considerațiuni privind dezvoltarea științei moderne. In: *Akados. Revistă de Știință, Inovare, Cultură și Artă*. 2010, 2 (17), pp. 19-22, ISSN 1857-0461.
56. ROTARU, A., **CUJBA, R.**, ALEXEEVA, S.. Finanțarea capitalului uman în Republica Moldova. Studiu comparativ regional. In: *Revista de Știință, Inovare, Cultură și Artă „Akados”*. 2012, nr. 4(27), pp. 48-50. ISSN 1857-0461.
57. ROTARU, A., **CUJBA, R.**, ALEXEEVA, S. Unele aspecte ale capitalului uman din Republica Moldova. Studiu comparativ. In: *Akados. Revistă de Știință, Inovare, Cultură și Artă*. 2012, 1(24), pp. 32-36, ISSN 1857-0461.
58. ROTARU, A., **CUJBA, R.**, FLOREA-DONICA, L., STICI, V. Sinergetica – o nouă metaștiință a autoorganizării sistemelor complexe. In: *Materialele Conferinței Științifice „Probleme actuale ale organizării și autoorganizării sistemului de cercetare-dezvoltare în Republica Moldova”*. 8 aprilie 2011, Chișinău, Academia de Științe a Moldovei, 2011, pp. 108-126. ISBN 978-9975-105-52-1
59. RUSU, Andrei, ROȘCA, Alfreda, **CUJBA, Rodica**, COJOCARU, Igor. e-Infrastructuri. In: *Știința deschisă în Republica Moldova: Studiu = Open science in the Republic of Moldova: Study*. Chișinău: Institutul de Dezvoltare a Societății Informaționale, 2018, pp. 145-156 p. ISBN 978-9975-3220-3-4, eISBN 978-9975-3220-4-1.
60. STRATAN, A. Dezvoltarea inovațională a științei în Republica Moldova: probleme și soluții. In: *Intellectus*. 2013, nr.4, pp. 70-75. ISSN 1810-7079.
61. ȘUȘU-ȚURCAN, A. Problematika elaborării sistemului de indicatori statistici în domeniul științei și inovării în Republica Moldova. In: *Economie și Sociologie*. 2012, nr. 1, pp. 34-46. ISSN 1857-4130
62. TIGHINEANU, I. Academia de Științe a Moldovei, locomotiva proceselor de intrernaționalizare a cercetării. In: *Akados. Revistă de Știință, Inovare, Cultură și Artă*. 2019, nr. 1(52), pp. 7-8. ISSN 1857-0461.
63. TIMUȘ, A. Știința – instrument al asigurării posibilităților egale pentru cetățeni și societate. In: *Revista de Filozofie, Sociologie și Științe Politice*. 2013, nr. 3(163), pp. 153-157. ISSN 1957-2294.

64. TIMUȘ, A. Știința în slujba societății. In: *Revista de Filozofie, Sociologie și Științe Politice*. 2007, nr. 2(144), pp. 87-94. ISSN 1957-2294.
65. ȚURCAN, A. Determinarea complexului de indicatori ai științei și inovării pentru Republica Moldova. In: *Intellectus*. 2007, nr.4, pp. 8-12. ISSN 1810-7079.
66. ȚURCAN, A. Racordarea evaluării statistice a activității științifice la standardele europene. În: *Akados. Revistă de Știință, Inovare, Cultură și Artă*. 2009, nr.2, pp. 5-7. ISSN 1857-0461.
67. ȚURCAN, N. *Comunicarea Științifică în contextul Accesului Deschis la informație*: Chișinău: CEP USM, 2012. 323 p. ISBN: 978-9975-71-253-8.
68. ȚURCAN, N. Politicile accesului deschis. In: *Studia Universitatis Moldaviae. Ser. Științe sociale*. 2010, nr. 3(33), pp. 41-56. ISSN: 1814-3199.
69. ȚURCAN, N., **CUJBA, R.** Măsurarea vizibilității producției științifice a Universității de Stat din Moldova: analiză bibliometrică și altmetrică. In: *Studia Universitatis Moldaviae. Seria „Științe sociale”*. 2019, nr. 3 (123), pp. 3-22. eISSN 2345-1017.
70. ȚURCAN, N., **CUJBA, R.**, CERNĂUȚEANU, V. Vizibilitatea publicațiilor științifice – parte integrantă a societății cunoașterii. Analiză bibliometrică și altmetrică în baza unui repozitoriu bibliometric național. In: *Lucrările Conferinței Internaționale Științifico-Practice „Creșterea economică în condițiile globalizării: competitivitate, inovativitate, sustenabilitate”*, ed. a 13-a. Institutul Național de Cercetări Economice, 11-12 octombrie 2018. Chișinău, 2018, vol.II, pp. 47-54. ISBN 978-9975-3202-9-0.

În limba engleză

71. ABRAMO, G., D'ANGELO C.A. Evaluating research: from informed peer review to bibliometrics. In: *Scientometrics*. 2011, nr. 87(3), pp. 499-514. ISSN 0138-9130. <https://doi.org/10.1007/s11192-011-0352-7>
72. AGUILLO, I., GRANADION, B., ORTEGA, J., PRIETO, H. Scientific Research Activity and Communication Measured with Cybermetrics Indicators. In: *Journal of the American Society for Information Science and Technology*. 2006, no. 57(10), pp. 1296-1302. ISSN 1532-2882. <https://doi.org/10.1002/asi.20433>
73. ARSHINOV, V, FUCHS, C. (Eds.). *Emergence, Causality, Self-Organisation*. Moscow: NIA-Priroda, 2003. 332 p. ISBN 5-9562-0006-5.
74. BARABÁSI, A.-L., RECA, A. Emergence of scaling in random networks. In: *Science*. 1999, no. 286 (5439), pp. 509–512. ISSN 1095-9203.

75. BERINATO, S. *Good charts: the HBR guide to making smarter, more persuasive data visualization*. Boston, Massachusetts: Harvard Business Review Press, 2016, 264 p. ISBN 978-1-633690-70-7.
76. BERNAL, J.D. *The Social Function of Science*. London : G. Routledge & Sons LTD, 1946, 482 p.
77. BJÖRNEBORN, L., INGWERSEN, P. Toward a basic framework for webometrics. In: *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 2004, Volume 55, Issue 14, pp. 1216-1227. ISSN 1532-2882. <https://doi.org/10.1002/asi.20077>
78. BLANCO, L., PRIEGER, J., GU, J. *The Impact of Research and Development on Economic Growth and Productivity in the US*. 2013, States Pepperdine University, School of Public Policy Working Papers. Paper 48.
79. BÖHME, G., VAN DEN DAELE, W., HOHLFELD, R., KROHN, W., SCHÄFER, W., *Finalization in Science: The Social Orientation of Scientific Progress*, Riedel, Dordrecht, 1983. ISBN 978-94-009-7080-9
80. BRADFORD, S. Sources of information on specific subjects. In: *Engineering*, 1934, No. 26, pp. 85-86.
81. BROOKES, B. Biblio-, Sciento-, Infor-metrics?? What are we talking about? In: *Proceedings of the on Bibliometrics, Scientometrics, and Informetrics*, London, Ontario, Canada, 5-7 July 1989, Elsevier, 1990.
82. BUSHEV, M. *Synergetics: Chaos, Order, Self-Organization*. World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd, 1994. ISBN 981-02-1286-0
83. *Canberra manual: the measurement of scientific and technological activities*. OECD, 1995, 111 p.
84. COJOCARU, I., COJOCARU, I. A bibliometric analysis of cybersecurity research papers in Eastern Europe: Case study from Republic of Moldova. In: *Proceedings of the Central and Eastern European E/Dem and E/Gov Days*. NEMESLAKI, András et al. (Eds). May 2-3, 2019, Budapest. Vien: Austrian Computer Society, 2019, pp. 151-162. ISBN 978-3-903035-24-9. <https://doi.org/10.24989/ocg.v335.12>
85. CUCIUREANU G., UNGUR C. Allocation of public funds for research and development in a small country: the case of Moldova. In: *Journal of Applied Economic Sciences*. 2014, Vol. IX, No 2 (28), pp. 231-243. ISSN 1843-6110.
86. **CUJBA, R.** Business Process Reengineering of academic R&D organizations in the Republic of Moldova: opportunities and risks. In: *Revista de Politica științei și Scientometrie – Serie Nouă*. 2013, Vol. 2, No. 4, p. 321-327. ISSN 2284-7316.

87. **CUJBA, R.,** RUSU, A. On interoperability of research information based on CERIF in the Republic of Moldova. In: *Proceedings of the Conference on Mathematicial Foundations of Informatics 2018*, Chisinau, 2-6 July 2018, Chisinau, Moldova, pp. 67-72. ISBN 978-9975-4237-7-9.
88. CZARL, A., BELOVECZ, M. Role of Research and Development in the 21st Century. In: *Revista Informatica Economica*. 2007, nr. 4 (44), p. 25-28. ISSN 1453-1305.
89. DE WIT, J., DANKBAAR, B., VISSERS, G. Open Innovation: the new way of knowledge transfer? In: *Journal of Business Chemistry*. 2007, 4 (1), 11-19. ISSN 1613-9623.
90. DEVILLE, P., WAND, D., SINATRA, R., SONG, C., BLONDEL, V.D, BARABÁSI, A.-L. Career on the Move: Geography, Stratification, and Scientific Impact. In: *Scientific Reports*. 2014, 4:4770, ISSN 2045-2322. <https://doi.org/10.1038/srep04770>
91. DOOLEY, K.J. A Complex Adaptive Systems Model of Organization Change. In: *Nonlinear Dynamics, Psychology and Life Sciences*. 1997, 1(1), pp. 69-97. ISSN 1090-0578. <https://doi.org/10.1023/A:102237591094>
92. DUTTA, B. The journey from librametry to altmetrics: a look back. In: *Golden Jubilee Celebration of Department of Library and Information Science* [online]. Jadavpur University, Kolkata, India, 2014 [citat 03.10.2020]. Disponibil: <http://eprints.rclis.org/23665/2/B-Dutta-JU-Golden-Jubilee-Paper.pdf>
93. FILIP F.G., LEIVISKÄ K. Large-Scale Complex Systems. In: *Springer Handbook of Automation*. Springer Handbooks. Springer, Berlin, Heidelberg, 2009, pp. 619-638. e-ISBN 978-3-540-78831-7. https://doi.org/10.1007/978-3-540-78831-7_36
94. FORTUNATO, S., BERGSTROM, C.T., BÖRNER, K., et al. Science of science. In: *Science*. 2018, vol. 359, no 6379. ISSN 1095-9203. <https://doi.org/10.1126/science.aao0185>
95. *Frascati Manual 2015: Guidelines for Collecting and Reporting Data on Research and Experimental Development, The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities*, OECD Publishing, Paris. 2015 ISBN 978-926423901-2. <https://doi.org/10.1787/24132764>
96. FREEMAN, R.B. Globalization of scientific and engineering talent: international mobility of students, workers, and ideas and the world economy. In: *Economics of Innovation and New Technology*. 2010, 19 (5), pp. 393-406. ISSN 1476-8364. <https://doi.org/10.1080/10438590903432871>

97. GARFIELD, E. Citation indexes for science: A New Dimension in Documentation through Association of Ideas. In: *Science*. 1995, 122 (3159), pp. 108-111. <https://doi.org/10.1126/science.122.3159.108>.
98. GARFIELD, E. *Citation Indexing: Its Theory and Application in Science, Technology and Humanities*. Philadelphia: ISI Press, 1979.
99. GIBBONS, M., LIMOGES, C., NOWOTNY, H., SCHWARTZMAN, S., SCOTT, P., TROW, M. *The New Production of Knowledge: The Dynamics of Science and Research in Contemporary Societies*. London: Sage, 1994.
100. GOKHBERG, L., SOKOLOV, A., CHULOK, A. Russian S&T Foresight 2030: identifying new drivers of growth. In: *Foresight*. 2017, Vol. 19 No. 5, pp. 441-456. ISSN 1555-9068. <https://doi.org/10.1108/FS-07-2017-0029>
101. GUI, Q., LIU, C., DU, D. Globalization of science and international scientific collaboration: A network perspective. In: *Geoforum*. 2019, 105, pp. 1-12. ISSN 1872-9398. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2019.06.017>
102. HAKEN, H. Synergetics. An interdisciplinary approach to self-organization in complex systems. In: *International Conference Complex Systems Digital Campus '15 – World e-Conference*. September 30 – October 1, 2015. ISBN 978-3-319-45901-1.
103. HAKEN, H. *Synergetics. An Introduction*. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York, 1977. 325 p.
104. HESSELS, K.L., VAN LENTE, H. Re-thinking new knowledge production: A literature review and a research agenda. In: *Research Policy*. 2008, Vol. 37, Issue 4, pp. 740-760. ISSN: 2590-1451 <https://doi.org/10.1016/j.respol.2008.01.008>
105. HEY, T. The UK e-Science Program and the Grid. In: *High Performance Computing, 4th International Symposium*. Japan, May 15-17, 2002. ISBN 3-540-43674-X https://doi.org/10.1007/3-540-47847-7_2
106. HEYLIGHEN, F. Complexity and Self-organization. In: *Encyclopedia of Library and Information Sciences*, eds. M. J. Bates & M. N. Maack, 2009, pp. 1215-1224. ISBN 9780849397127.
107. HINE, C. *Systematics as Cyberscience: Computers, Change, and Continuity in Science*. The MIT Press, 2008, 320 p. ISBN 978-0-26-208371-3.
108. HIRSCH, J.E. An index to quantify an individual's scientific research output. In: *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*. 2005, 102 (46), pp. 16569–16572. <https://doi.org/10.1073/pnas.0507655102>

109. HOOD, W., WILSON C. The Literature of Bibliometrics, Scientometrics, and Informetrics. In: *Scientometrics*, 2001, no 52, p. 291-314. ISSN 0138-9130.
110. JANKOWSKI, N.W. Exploring e-Science: An Introduction. In: *Journal of Computer-Mediated Communication*, 2007, 12 (2), pp 549-562. ISSN 1083-6101.
111. KHAN, J. The Role of Research and Development in Economic Growth: A Review. In: *Journal of Economics Bibliography*, 2015, 2 (3), pp. 128-133. ISSN 2149-2387.
112. KNYAZEVA, H.N., KURDYUMOV S.P. Synergetics: New Universalism or Natural Philosophy of the Epoch of Post-Non-Classical Science. In: *Filozofia przyrody dziś = Philosophy of Nature Today*. Warszawa: IFIS PAN, 2011, pp. 47-65. ISBN 978-83-934143-0-7
113. KUHN, T.S. *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago: University of Chicago Press, 1962. ISBN 0-226-45808-3
114. KURZWEIL, R. *The singularity is near: when humans transcend biology*. Viking, 2005, 368 p. ISBN 0-670-03384-7.
115. LADYMAN, J., LAMBERT, J., WIESNER, K. What is a complex system? In: *European Journal for Philosophy of Science*. 2013, 3, 1, pp. 33-67. ISSN 1879-4920. <https://doi.org/10.1007/s13194-012-0056-8>
116. LEYDESDORFF, L., MILOJEVIĆ, S. Scientometrics. In: *International Encyclopedia of Social and Behavioral Sciences*. Elsevier, 2012, pp. 322-327. ISBN 9780080970868.
117. LEYDESDORFF, L., WAGNER, C.S., PARK, H.W., ADAMS, J. International collaboration in science: The global map and the network. In: *Profesional De La Informacion*. 2013, 22, pp. 87-94. ISSN 1699-2407. <https://doi.org/10.3145/eipi.2013.ene.12>
118. LIBERATI, D. Networked Experiments in Global E-Science. In: *Handbook of Research on Electronic Collaboration and Organizational Synergy*. IGI Global, 2009, pp. 615-625. ISBN 978-1-60566-106-3. <https://doi.org/10.4018/978-1-60566-106-3.ch040>
119. LIU, G. *Measuring the Stock of Human Capital for Comparative Analysis*. OECD Library, 2011, 49 p. <https://doi.org/10.1787/5kg3h0jnn9r5-en>
120. LOTKA, A.J. The Frequency Distribution of Scientific Productivity. In: *Journal of the Washington Academy of Sciences*. 1926, 16, pp. 317-323.
121. LUUKKONEN-GRONOW, T. Scientific research evaluation: a review of methods and various contexts of their application. In: *R&D Management*. 1987, nr. 17, pp. 207-221. ISSN 0361-753X.

122. MALKOV, S.U. *Social self-organization and crises in Russia. Humanitarian aspects of supporting in adoption and realization decisions*, Keldysh Institute, M., 2011, 41 p.
123. MERTON, R.K. *The Sociology of Science: Theoretical and Empirical Investigations*. University of Chicago Press, 1973, 606 p.
124. NENTWICH, M. *Cyberscience: Research in the Age of the Internet*. Vienna: Austrian Academy of Sciences, 2003. ISBN 3-7001-3188-7.
125. NEWMAN, M.E.J., 2011. Resource Letter CS–1: Complex Systems. In: *American Journal of Physics*. August 2011, pp. 800-810. ISSN 1943-2909. <https://doi.org/10.1119/1.3590372>
126. NOWOTNY, H., SCOTT, P., GIBBONS, M. Introduction: ‘Mode 2’ Revisited: The New Production of Knowledge. In: *Minerva*. 2003, 41, pp. 179-194. <https://doi.org/10.1023/A:1025505528250>
127. *Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation, 4th Edition, The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities*, OECD Publishing, Paris/Eurostat, Luxembourg. DOI: <https://doi.org/10.1787/9789264304604-en>
128. OSSOWSKA, M., OSSOWSKI, S. The Science of Science. In: *Minerva. A Review of Science Learning and Policy*. Vol. III, No I, Autumn 1964, pp. 72-82.
129. PAKES, A., SOKOLOFF, K.L. Science, technology and economic growth. In: *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 1996, Vol. 93 no. 23, pp. 12655-12657. <https://doi.org/10.1073/pnas.93.23.12655>
130. PRICE, D. *Little Science, Big Science*. Columbia University Press, New York, 1963.
131. PRICE, D. Networks of scientific papers. In: *Science*. 1965. No. 149(3683). P. 510-515.
132. PRICE, D. Quantitative Measures of the Development of Science. In: *Archives Internationales d’Histoire de Sciences*. Janvier 1951, pp. 86-93.
133. PRICE, D. The exponential curve of science. In: *Discovery*. 1956, No. 17, pp. 240-243.
134. PRIGOGINE, I., NICOLIS, G. *Self-Organization in Non-Equilibrium Systems: Towards a Dynamics of Complexity*. 1977, Wiley. ISBN 0-471-02401-5.
135. PRIGOGINE, I., STENGERS, I. *Order out of Chaos: Man’s New Dialogue with Nature*. 1984, Bantam Books, Inc. ISBN 0-553-34082-4.
136. PRITCHARD, A. Statistical bibliography or bibliometrics? In: *Journal of Documentation*, 1969, 24, pp. 348-349.
137. RADICCHI, F., FORTUNATO, S., CASTELLANO, C. University of citation distributions: Toward an objective measure of scientific impact. In: *Proceedings of the*

- National Academy of Sciences of the United States of America*. 2008, 105 (45), pp. 17268-17272, <https://doi.org/10.1073/pnas.0806977105>
138. ROHAN, P. Definitions of R&D, innovation and S&T activities. In: *Training Workshop on Science, Technology and Innovation Indicators*, Cairo, Egypt. 28-30 September 2009.
 139. RUSU, A., ȚURCAN, N., **CUJBA, R.**, GRECU, M. Research data in the context of open science: Case of the Republic of Moldova. In: *Lucrările Conferinței "CEE e|Dem and e|Gov Days 2019"*, 2-3 mai 2019. Budapesta, 2019, pp. 319-328. ISBN 978-3-903035-24-9. <https://doi.org/10.24989/ocg.v335.26>
 140. SAWYER, R.K. *Social emergence. Societies as Complex Systems*. Cambridge University Press, Cambridge, 2005. ISBN-13 978-0-521-60637-0.
 141. SOBRINO, M.I., CALDES, A.I., PULGARÍN GUERRERO, A. Lotka law applied to the scientific production of information science area. In: *Brazilian Journal of Information Science*. 2008, vol. 2, no. 1, pp. 16-30. ISSN 1981-1640.
 142. ȘUȘU-ȚURCAN, A. The reduction of human potential – risk for reduction of the scientific and innovative potential in Republic of Moldova. In: *Scientific papers. Ser. Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*, 2012, vol.12/2, p.189-192. ISSN 2284-7995.
 143. TAGUE-SCUTCLIFFE, J. An introduction to informetrics. In: *Information Processing and Management: an International Journal*. 1992, Vol. 28, No. 1. [https://doi.org/10.1016/0306-4573\(92\)90087-G](https://doi.org/10.1016/0306-4573(92)90087-G)
 144. THELWALL, M. *Introduction to Webometrics: Quantitative Web Research for the Social Sciences. Synthesis Lectures on Information Concepts, Retrieval, and Services*. 2009, 116 p. <https://doi.org/10.2200/S00176ED1V01Y200903ICR004>
 145. TURCAN, N., RUSU, A., **CUJBA, R.** Study on the mapping of research data in the Republic of Moldova in the context of open science. In: *International Journal of Advanced Statistics and IT&C for Economics and Life Sciences*. 2019, vol. 9, no 1, pp. 13-24. ISSN 2559-365X
 146. ȚURCAN, N., COȘULEANU, I., GRECU, M., **CUJBA, R.** Research in Computer Science in the Republic of Moldova: A Bibliometric Analysis. In: *Romanian Journal of Library and Information Science (RRBSI)*. 2019, vol. 15, nr. 2, pp. 27-50. ISSN: 1841-1940.
 147. ȚURCAN, N., **CUJBA R.** Bibliometric Assessment of Research on Energy in the World, in the Eastern Europe and in the Republic of Moldova. In: *Problemele Energeticii Regionale*. 2019, 1(39), pp. 112-127. ISSN 1857-0070. <https://doi.org/10.5281/zenodo.2650736>

148. ȚURCAN, N., CUJBA, R. Open Access Policy to research outputs in the Republic of Moldova. State of the art and perspectives. In: *Conference proceedings „CEE eDem and eGov Days 2017”*, 4-5 mai 2017. Budapesta, 2017, pp. 283-293. ISBN: 978-3-903035-14-0.
149. WALTMAN, L., TIJSSEN R.J.W., VAN ECK, N.J. Globalisation of science in kilometres. In: *Journal of Informetrics*. 2011, Volume 5, Issue 4, pp. 574-582. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.joi.2011.05.003>.
150. YANG, S., YUAN, Q. Are Scientometrics, Informetrics, and Bibliometrics different? In: *Proceedings of 16th International Conference on Scientometrics & Informetrics 2017*, pp. 1507-1518. ISBN 978-88-3381-118-5.
151. ZENG, A., SHEN, Z., ZHOU, J., WU, J., FAN, Y., WANG, Y., STANLEY, H. E. The science of science: From the perspective of complex systems. In: *Physics Reports*. 2017, No 714-715, pp. 1-73. ISSN 1873-6270.
152. ZIPF, G.K. *National Unity and Disunity*, 1941, Blooming ton: Principia Press, 408 p.
- În limba rusă**
153. АЛЛАХВЕРДЯН, А.Г., АГАМОВА, Н.С. Структура науковедения, демография науки и проблема депопуляции российского научного социума. In: *Науковедческие исследования*. 2008, сс. 99-116. ISSN 2658-5405.
154. БЕЛОВ, П.Г. *Управление рисками, системный анализ и моделирование*. М.: Юрайт, 2014. – 728 с. ISBN 978-5-9916-3807-4.
155. БОГДАНОВ, И.П. *Картографирование наукометрической и библиометрической информации как инструмент оценки трендов научно-технического развития* (Препринт ИПМ им. М.В.Келдыша. 2018. № 58. 24 с.). <https://doi.org/10.20948/prepr-2018-58>
156. БУСЛЕНКО, Н. П., *Моделирование сложных систем*. М. Наука. 1978, 400 с.
157. ГЛУЩЕНКО, В.В.; ГЛУЩЕНКО, И.И. Эффективность наукометрических оценок научных результатов и компетентности персонала организации. In: *Бюллетень науки и практики*. 2016, №7, с. 153-166. <https://doi.org/10.5281/zenodo.58113>
158. ДИКУСАР, А., МЕЛЬНИЧЕНКО А., КУЖБА Р. Динамика взаимосвязи процессов социально-экономического и научного (информационного) развития общества. In: *Материалы Международной Конференции «Международные и национальные научные организации как фактор формирования глобального научного сообщества»*. Украина, Киев, 15-17 мая 2017. ISBN 978-966-651-611-7.

159. ДИКУСАР, А.; КУЖБА, Р. Сравнительный анализ взаимосвязи между наукой и социально-экономическим развитием общества в странах ЕС и СНГ. In: *Наука та Наукознавство*. 2015, 2 (88), с. 51-57. ISSN 0374-3896.
160. ДИКУСАР, А.И. Взаимное влияние процессов социально-экономического и научного развития общества. In: *Науковедение*. 1999, 2, с. 51-74. ISSN 1607-2979.
161. ДИКУСАР, А.И., ПОПОВИЧ, А.С., ПРОКОШИН, В.И., ЩЕРБИН, В.К. Сравнение динамики составляющих кадрового потенциала Украины, Беларуси и Молдовы после 1990 года. In: *Наука та наукознавство*. 2005, 4 (50), с. 8-18. ISSN 0374-3896.
162. КАПИЦА, С.П., КУРДЮМОВ, С.П., МАЛИНЕЦКИЙ, Г.Г. *Синергетика и прогнозы будущего*. М.: Эдиториал УРСС, 2003, 288 с. ISBN 5-354-00296-6.
163. МОСИОНЖНИК, Л. *Синергетика в науках о человеке (прагматические аспекты)*. Кишинев: Stratum Plus, 2016, 381 p. ISBN 978-9975-3148-5-5.
164. НАЛИМОВ, В.В., МУЛЬЧЕНКО, З.М. *Наукометрия. Изучение развития науки как информационного процесса*, М., Наука, 1969, 192 стр.
165. *О науке и государственной научно-технической политике*. ФЗ РФ № 127 от 23.08.1996.
166. *О Российской академии наук, реорганизации государственных академий наук и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации*. ФЗ РФ № 253 от 27.09.2013.
167. ПИЩЕНКО, М., ROTARU, A. Некоторые аспекты синергетики и их применение в социально-экономических системах. In: *Studia Universitatis (Seria Științe Exacte și Economice)*. 2007, nr. 8, pp. 189-194. ISSN 1857-2073.
168. ПИЩЕНКО, Марина. *Оценка и аккредитация научных организаций: синергетические аспекты*. Диссертация на соискание ученой степени доктора экономических наук. Молдавская Экономическая Академия. Кишинев, 2011, 174 стр.
169. ХАКЕН, Г. *Синергетика*. Москва: Мир, 1980. 404 с.
170. ЦУРКАН (ШУШУ), А. Роль инноваций в построении «Экономики, основанной на знаниях». In: *Intellectus*. 2011, nr. 1, pp. 56-63. ISSN 1810-7079.
171. ЮШКОВА-БОРИСОВА Ю., БОРИСОВ С. *Понять Молдову. Записки странствующих социологов*. «Издательские решения», 2020, 248 стр. ISBN 978-5-00-517939-5.

Referințe la resursele electronice

172. *At a Glance*. National Science Foundation [online], [citat 18.02.2020]. Disponibil: <https://www.nsf.gov/about/glance.jsp>

173. *Biroul Național de Statistică al Republicii*. Disponibil: <http://www.statistica.md>
174. *Canada Research Coordinating Committee*. Government of Canada [citat 18.02.2020]. Disponibil: <https://www.canada.ca/en/research-coordinating-committee.html>
175. *Canada's S&T strategy*. Government of Canada, ©2018 [citat 21.03.2021]. Disponibil: https://www.fightspam.gc.ca/eic/site/113.nsf/eng/h_07657.html
176. *Codul cu privire la știință și inovare al Republicii Moldova nr. 259 din 15.07.2004* [online]. Disponibil: https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=110232&lang=ro
177. CUCIUREANU, G., HOLBAN, I. *Activitatea Direcției Politici și Monitorizare Doctorat în anul 2016* [online]. Prezentare la ședința Comisiei de Acreditare a CNAA, 02 februarie 2017 [slide-uri]. [citat 12.07.2017]. Disponibil: http://www.cnaa.md/files/dispositions/2017/03022017/raport_dpmd_2016-cuciureanu.pdf.
178. *Dicționar explicativ al limbii române* (ediția a II-a revăzută și adăugată). Academia Română, Institutul de Lingvistică, Editura Univers Enciclopedic Gold, 2009 [online]. Disponibil: <https://dexonline.ro>
179. DRUCKER, Peter F. *Beyond the Information Revolution* [online]. In: *The Atlantic Daily*. October 1999 [citat 26.05.2018]. Disponibil: <https://www.theatlantic.com/magazine/archive/1999/10/beyond-the-information-revolution/304658/>
180. *e-IRG „Blue Paper” 2010* [online]. e-IRG: e-Infrastructure Reflection Group, octombrie 2010 [citat 04.01.2018]. Disponibil: http://e-irg.eu/documents/10920/238805/e-irg_blue_paper_2010.
181. *Facts and figures*. Research in Germany. Site web [citat 18.02.2020]. 2018. Disponibil: <https://www.research-in-germany.org/en/research-landscape/facts-and-figures.html>
182. *FOSTER: Open Science e-Learning Platform* [online], [citat 15.10.2018]. Disponibil: <https://www.fosteropenscience.eu>.
183. HAUSTEIN, S. *Scientific interactions and research evaluation: from bibliometrics to altmetrics*. Keynote ISI, 2015. <https://www.slideshare.net/StefanieHaustein/haustein-isi2015-keynotereducedsize>
184. HIROKI Sayama. *File: Complex Systems organizational map*, 2010 [online], [citat 15.12.2017] Disponibil: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=12191267>
185. *Hotărârea Guvernului României nr. 24/2020 privind organizarea și funcționarea Ministerului Educației și Cercetării* [citat: 19.02.2020]. Disponibil:

- <https://lege5.ro/Gratuit/gm2tqmrvhazq/hotararea-nr-24-2020-privind-organizarea-si-functionarea-ministerului-educatiei-si-cercetarii>
186. *Hotărârea nr. 102 din 05.02.2013 „Cu privire la Strategia energetică a Republicii Moldova până în anul 2030”* [online], [citată 11.12.2017]. Disponibil: <http://lex.justice.md/346670/>
187. *Hotărârea nr. 1471 din 24.12.2007 „Cu privire la aprobarea Strategiei de dezvoltare a sistemului de sănătate în perioada 2008-2017”* [online], [citată 11.12.2017]. Disponibil: <http://lex.justice.md/md/326615/>
188. *Hotărârea nr. 381 din 01.08.2019 „Cu privire la aprobarea Programului Național în domeniile cercetării și inovării pentru anii 2020-2023 și a Planului de acțiuni privind implementarea acestuia”* [online], [citată 11.03.2020]. Disponibil: https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=115747&lang=ro
189. *Human Development Report 2016* [online], [citată 02.06.2017]. Disponibil: http://hdr.undp.org/sites/default/files/2016_human_development_report.pdf
190. *Immediate, medium and longer-term strategy in science and technology statistics* [online]. *International Review of Science and Technology Statistics and Indicators*. UNESCO Institute for Statistics, Montréal, 2003 [citată 17.01.2018]. Disponibil: <http://unesdoc.unesco.org/images/0019/001916/191678e.pdf>
191. *Innovation, Science and Economic Development Canada*. *Canada’s Science Vision* [citată 18.02.2020]. Disponibil: https://www.ic.gc.ca/eic/site/131.nsf/eng/h_00000.html.
192. *Invenții*. Statistica [online]. *Agenția de Stat pentru Proprietatea Intelectuală*. Disponibil: <http://www.agepi.md/ro/statistica/inven%C8%9Bii-statistica>
193. *Japan Science and Technology Agency*. Site web [citată 18.02.2020]. Disponibil: <https://www.jst.go.jp/EN/>
194. *Le CNRS*. Site web [citată 18.02.2020]. Disponibil: <http://www.cnrs.fr/fr/le-cnrs>
195. *Making Open Science a Reality*. *OECD Science, Technology and Industry Policy Papers* [online]. OECD Publishing: Paris, 2015, nr. 25. ISSN: 2307-4957 [citată 17.05.2018]. Disponibil: <http://dx.doi.org/10.1787/23074957>
196. *Mobilizing Science and Technology to Canada’s Advantage*. Innovation, Science and Economic Development Canada, 2007. <https://www.ic.gc.ca/epublications>
197. *OECD Glossary of Statistical Terms*. Web site [citată 22.01.2018]. Disponibil: <https://stats.oecd.org/glossary/>
198. *Open Data Handbook*. Disponibil: <http://opendatahandbook.org/>
199. *Open Innovation, Open Science, Open to the World – a vision for Europe*. Report / Study. Brussels: EC, Directorate-General for Research and Innovation, 2016. ISBN: 978-92-79-

- 57346-0 [online], [citat 22.01.2018]. Disponibil: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/open-innovation-open-science-open-world-vision-europe>
200. *Open Science*. Digital Agenda of European Commission. Disponibil: <https://ec.europa.eu/digital-agenda/en/open-science>
201. REPANOVICI, A. *Rolul scientometriei în societatea informațională - aspecte teoretice*: [online, slide-uri]. Chișinău, 2014 [citat 26.01.2019]. Disponibil: <https://newinformationservices.files.wordpress.com/2014/10/rolul-scientometriei.pdf>
202. *Research Infrastructures, including e-Infrastructures*. Disponibil: <http://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/h2020-section/research-infrastructures-including-e-infrastructures>.
203. *Schimago Journal & Country Rank* [online]. Disponibili: <https://www.scimagojr.com/>
204. *Science and innovation*. Government of Canada [citat 18.02.2020]. Disponibil: <https://www.canada.ca/en/services/science/>
205. *Science and technology in the United States*. Wikipedia, 2017 [citat 19.02.2020]. Disponibil: https://en.wikipedia.org/wiki/Science_policy_of_the_United_States
206. *Scientometrics* [online], [citat 05.11.2018]. Disponibil: <https://en.wikipedia.org/wiki/Scientometrics>
207. *Scurt istoric*. Site web al Academiei de Științe a Moldovei, © 2020 [citat: 15.02.2020]. Disponibil: <https://asm.md/scurt-istoric>
208. SIMISTER, N., NAPIER, A., MACDONALD, N., MOBERLY, C., GARBUTT, A., O'FLYNN, M., GIFFEN, J. *Monitoring and Evaluation Planning Series* [online]. INTRAC online resource, June 2016 [citat 10.07.2017]. Disponibil: <https://www.intrac.org/resources/monitoring-evaluation-special-series/>
209. Strategia de cercetare-dezvoltare a Republicii Moldova până în 2020 aprobată prin Hotărârea Guvernului nr. 920 din 07.11.2014 [online]. In: *Monitorul Oficial al Republicii Moldova*. 2014, 26 decembrie, nr. 386-396, [citat 10.06.2019]. Disponibil: <http://lex.justice.md/index.php?action=view&view=doc&lang=1&id=356042>
210. Strategia națională de dezvoltare a societății informaționale „Moldova Digitală 2020” [online]. In: *Monitorul Oficial al Republicii Moldova*. 2013, 8 noiembrie, nr. 252-257 [citat 10.07.2017]. Disponibil: <http://lex.justice.md/md/350246/>.
211. UNESCO Institute for Statistics [online]. Disponibil: <http://data.uis.unesco.org>
212. URSACHI, L. *Bibliometria pe înțelesul tuturor* [online]. Tutoriale de cultura informației, 2014 [citat 05.08.2018]. Disponibil: <https://vdocuments.net/bibliometria-pe-intelesul-tuturor.html>

213. *Web of Science database*: <http://www.webofknowledge.com>
214. *World Intellectual Property Organization*: <http://www.wipo.int/portal/en/index.html>
215. ЄСИЛЕВСЬКИЙ, С. *Організація науки: як у нас, як у них і як надо* [online]. Блог-платформа для топ-юзерів українського сегменту Facebook, 2018 [citat: 22.02.2020]. Disponibil: <https://site.ua/yesint/10148/>
216. КАПИЦА, С. Информационное развитие общества и будущее человечества [online], 2007 [citat 25.12.2018]. Disponibil: <http://polit.ru/article/2006/03/20/kapis/>
217. ОСТВАЛЬД В. *Великие люди* [online]. СПб., 1910 [citat 15.12.2018]. Disponibil: <http://chemlib.ru/books/item/f00/s00/z0000050/index.shtml>
218. ПАНОВ, А.Д. Сингулярная точка истории [online]. In: *Общественные науки и современность*, 2005, №1, стр. 122-137 [citat 15.12.2018]. Disponibil: http://cosmos-mentality.ru/index.php?option=com_content&task=view&id=140&Itemid=42
219. ПАРИНОВ, С.И. Онлайн-будущее науки: наукометрическая сигнальная система [online]. In: *Количественный анализ в экономике*. Москва, ГУ ВШЭ, 2007. - (Препринт) [citat 15.12.2018]. Disponibil: https://www.hse.ru/data/2010/05/04/1216407493/WP2_2007_01.pdf
220. РАЙНХАРДТ, Р.О., КОРШУНОВ, В.А. *Экономический подход к оценке эффективности проведения фундаментальных научных исследований и полезности их результатов*, [online] 2014 [citat 21.01.2019]. Disponibil: <http://sciencestudies.ru/node/7>

Lista publicațiilor autorului aferente tezei de doctorat

Monografii colective (contribuția autorului la § 2.2.2)

1. RUSU, Andrei, ROȘCA, Alfreda, **CUJBA, Rodica**, COJOCARU, Igor. e-Infrastructuri. In: *Știința deschisă în Republica Moldova: Studiu = Open science in the Republic of Moldova: Study*. Chișinău: Institutul de Dezvoltare a Societății Informaționale, 2018, pp. 145-156 p. ISBN 978-9975-3220-3-4, eISBN 978-9975-3220-4-1.

Articole în reviste științifice internaționale

2. **CUJBA, Rodica**. Business Process Reengineering of academic R&D organizations in the Republic of Moldova: opportunities and risks. In: *Revista de Politica științei și Scientometrie – Serie Nouă*, 2013, Vol. 2, No. 4, p. 321-327. ISSN 2284-7316.
3. TURCAN, Nelly, RUSU, Andrei, **CUJBA, Rodica**. Study on the mapping of research data in the Republic of Moldova in the context of open science. In: *International Journal of Advanced Statistics and IT&C for Economics and Life Sciences*. 2019, vol. 9, no 1, pp. 13-24. ISSN 2559-365X.
4. ȚURCAN, Nelly, COȘULEANU, Ion, GRECU, Mihai, **CUJBA, Rodica**. Research in Computer Science in the Republic of Moldova: A Bibliometric Analysis. In: *Revista Română de Biblioteconomie și Știința Informării*. 2019, nr. 2(15), pp. 27-50. ISSN 1841-1940.
5. ДИКУСАР, Александр, **КУЖБА, Родика**. Сравнительный анализ взаимосвязи между наукой и социально-экономическим развитием общества в странах ЕС и СНГ. In: *Наука та Наукознавство*. 2015, 2 (88), с. 51-57. ISSN 0374-3896.

Articole în reviste științifice din Republica Moldova

Categoria A (indexată în Web of Science)

6. TURCAN, Nelly, **CUJBA, Rodica**. Bibliometric Assessment of Research on Energy in the World, in the Eastern Europe and in the Republic of Moldova. In: *Problemele Energeticii Regionale*. 2019, nr. 1(39), pp. 112-127. ISSN 1857-0070. DOI: 10.5281/zenodo.2650736

Categoria B

7. ANDRIEȘ, Andrei, TIGHINEANU, Ion, BOGATENCOV, Petru, COJOCARU, Igor, **CUJBA, Rodica**. Inițiativa regională de dezvoltare a e-infrastructurii pentru cercetare și inovare – SEERA-EI. In: *Akados. Revistă de Știință, Inovare, Cultură și Artă*. 2012, nr. 1(24), pp. 70-75, ISSN: 1857-0461.

8. **CUJBA, Rodica.** Abordarea bibliometrică în analiza dinamicii de dezvoltare a științei și societății. In: *Akados. Revistă de Știință, Inovare, Cultură și Artă*, 2019, nr. 1 (52), pp. 24-28. ISSN 1857-0461. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.2905426>
9. DIKUSAR, Alexandr, **CUJBA, Rodica.** Interdependența dintre știință și dezvoltarea economico-socială. UE, CSI, Republica Moldova. In: *Akados. Revistă de Știință, Inovare, Cultură și Artă*, 2015, 1(36), pp. 8-12. ISSN 1857-0461.
10. ROTARU, Anatol, ALEXEEVA, Svetlana, **CUJBA, Rodica.** Contribuții privind analiza dinamică a unor indicatori ai potențialului științifico-tehnologic din Republica Moldova. In: *Economica. Revistă științifică și didactică*. 2010, anul XVIII, nr. 2 (72), pp. 9-17. ISSN 1810-9136.
11. ROTARU, Anatol, **CUJBA, Rodica**, ALEXEEVA, Svetlana. Unele aspecte ale capitalului uman din Republica Moldova. Studiu comparativ. In: *Akados*, 2012, 1(24), pp. 32-36, ISSN 1857-0461.
12. ROTARU, Anatol, **CUJBA, Rodica**, ALEXEEVA, Svetlana. Finanțarea capitalului uman în Republica Moldova. Studiu comparativ regional. In: *Revista de Știință, Inovare, Cultură și Artă „Akados”*. 2012, nr. 4(27), pp. 48-50. ISSN 1857-0461.
13. ȚURCAN, Nelly; **CUJBA, Rodica.** Măsurarea vizibilității producției științifice a Universității de Stat din Moldova: analiză bibliometrică și altmetrică. In: *Studia Universitatis Moldaviae. Seria „Științe sociale”*. 2019, nr. 3 (123), pp. 3-22. eISSN 2345-1017.

Categoria C

14. CATAN, Petru, **CUJBA, Rodica.** e-Știința – premisă pentru eficientizarea colaborării în domeniul cercetării științifice. In: *Revista Națională de Drept*. 2019, Nr. 222(4-6), pp. 55-61.
15. **CUJBA, Rodica.** The role of the persistent identifiers in e-Science. In: *Journal of Social Sciences*. 2019, vol. 2(4), pp. 40-46. ISSN 2587-3490.
16. ROTARU, Anatol, **CUJBA, Rodica.** Unele considerațiuni privind dezvoltarea științei moderne. In: *Akados. Revistă de Știință, Inovare, Cultură și Artă*, 2010, 2 (17), pp. 19-22, ISSN 1857-0461.

Articole în culegeri ale manifestărilor științifice organizate peste hotare

17. RUSU, Andrei, ȚURCAN, Nelly, **CUJBA, Rodica**, GRECU, Mihai. Research data in the context of open science: Case of the Republic of Moldova. In: *Conference proceedings "CEE e|Dem and e|Gov Days 2019", 2-3 mai 2019*. Budapesta, 2019, pp. 319-328, DOI: 10.24989/ocg.v335.26. ISBN 978-3-903035-24-9.

18. ȚURCAN, Nelly, **CUJBA, Rodica**. Open Access Policy to research outputs in the Republic of Moldova. State of the art and perspectives. In: *Conference proceedings „CEE eDem and eGov Days 2017”*, 4-5 mai 2017. Budapesta, 2017, pp. 283-293. ISBN: 978-3-903035-14-0.
19. ДИКУСАР, Александр, МЕЛЬНИЧЕНКО Алексей, **КУЖБА Родика**. Динамика взаимосвязи процессов социально-экономического и научного (информационного) развития общества. In: *Материалы Международной Конференции «Международные и национальные научные организации как фактор формирования глобального научного сообщества»*. Украина, Киев, 15-17 мая 2017, с. 116-122. ISBN 978-966-651-611-7.

Articole în culegeri ale manifestărilor științifice organizate în Republica Moldova

20. ALEXEEVA, Svetlana, **CUJBA, Rodica**. Integrarea științei și educației – baza dezvoltării societății cunoașterii complexe. In: *Lucările Conferinței științifice „Problemele actuale ale organizării și autoorganizării sistemului de cercetare-dezvoltare în Republica Moldova”* 8 aprilie 2011, Chișinău, 2011, pp. 146-149. ISBN 978-9975-105-52-1.
21. **CUJBA, Rodica**, DICUSAR, Alexandr. Cu privire la verigile slabe sau lipsă din sfera cercetare, dezvoltare și inovare în Republica Moldova pentru impactul pozitiv asupra nivelului de dezvoltare socio-economică din țară. In: *Lucrările Conferinței Internaționale Științifico-Practice „Creșterea economică în condițiile globalizării: modele de dezvoltare durabilă”*, 12-13 octombrie 2017, Chișinău, 2017, vol. I, pp. 85-91. ISBN 978-9975-3171-1-5.
22. **CUJBA, Rodica**, RUSU, Andrei. On interoperability of research information based on CERIF in Republic of Moldova. In: *Conference on Mathematical Foundations of Informatics*. 2-6 iulie 2018, Chișinău. Chișinău, 2018, pp. 67-72. ISBN 978-9975-4237-7-9.
23. ROTARU, Anatol, ALEXEEVA, Svetlana, **CUJBA, Rodica**. Dezvoltarea capitalului uman in domeniul cercetarii-dezvoltarii din Republica Moldova In: *Conferința Științifică Internațională „Republica Moldova: 20 ani de reforme economice”*, 23-24 Septembrie 2011, pp. 165-169. ISBN 978-9975-75-587-0.
24. ROTARU, Anatol, **CUJBA, Rodica**, FLOREA-DONICA, Lilia, STICI, Viorica. Sinergetica – o nouă metaștiință a autoorganizării sistemelor complexe. In: *Materialele Conferinței Științifice „Probleme actuale ale organizării și autoorganizării sistemului de cercetare-dezvoltare în Republica Moldova”*. 8 aprilie 2011, Chișinău, Academia de Științe a Moldovei, 2011, pp. 108-126. ISBN 978-9975-75-587-0.
25. ȚURCAN, Nelly, **CUJBA, Rodica**, CERNĂUȚEANU, Victor. Vizibilitatea publicațiilor științifice – parte integrantă a societății cunoașterii. Analiză bibliometrică și altmetrică în baza unui repozitoriu bibliometric național. In: *Lucrările Conferinței Internaționale Științifico-*

Practice „Creșterea economică în condițiile globalizării: competitivitate, inovativitate, sustenabilitate”, ediția a 13-a. Institutul Național de Cercetări Economice, 11-12 octombrie 2018. Chișinău, 2018, vol.II, pp. 47-54. ISBN 978-9975-3202-9-0.

Teze la conferințe organizate în Republica Moldova

- 26. CUJBA, Rodica.** Dezvoltarea cercetării-dezvoltării în Republica Moldova. Încotro mergem și unde vrem să ajungem. In: *Conferința Științifică Internațională a doctoranzilor „Tendințe contemporane ale dezvoltării științei: viziuni ale tinerilor cercetători”*, 10 martie 2014, Chișinău. Chișinău, Republica Moldova: Universitatea Academiei de Științe a Moldovei, 2014, pp. 104-105. ISBN 978-9975-4257-2-8.

ANEXE

Anexa 1.

Numărul de publicații indexate în BD Scopus în perioada 1996-2018 (10 țări cu cele mai multe publicații în 2018)

Tara Anul	SUA	China	Regatul Unit	Germania	India	Japonia	Franța	Italia	Canada	Australia	Total în lume
1996	357538	30758	90009	76696	21443	90590	56333	40195	43070	25020	1184567
1997	358351	36191	95082	84528	22457	97032	60638	41646	43400	26136	1213024
1998	355856	42543	96585	85949	23065	97591	61416	41235	42477	27309	1227264
1999	354399	43587	97303	86075	24439	101040	62410	42215	42320	28287	1236799
2000	369874	51868	105265	89848	25194	104552	63928	44689	44868	30333	1307400
2001	372843	66019	100860	92267	26687	103771	64992	46215	44521	31097	1417231
2002	396004	68430	104976	95543	29170	107091	67168	49127	48816	32812	1487240
2003	431318	81906	116093	102600	33236	112609	72289	55087	55440	36815	1564339
2004	465164	117430	123087	109061	35984	116451	76566	58653	61665	40149	1679461
2005	514377	171336	136228	123837	41385	127576	84707	64804	71108	46334	1908315
2006	529509	198131	145240	127667	47411	128846	89306	69352	75020	50343	2002053
2007	531652	225040	153729	132254	53091	124677	92851	75047	79014	54687	2127353
2008	539449	262645	156950	137723	60550	123275	97282	78637	81711	58392	2223906
2009	576717	309103	167149	144381	69030	128523	103912	83955	87938	64173	2333518
2010	600345	344420	172923	150645	80802	129700	107610	86301	90926	69794	2464406
2011	621884	395431	177393	156045	98238	132152	111108	89990	93702	75038	2621206
2012	659053	415776	191251	166424	108751	135130	116324	98959	100535	81844	2743942
2013	665898	456895	198445	169607	117127	136822	122003	105467	102627	89244	2847941
2014	664528	491686	195048	173431	132805	132356	121185	108628	104481	92969	2904934
2015	669588	461547	200087	174519	140499	127862	121176	112195	104622	95345	2873308
2016	669204	496397	204237	179539	152760	130441	122519	114396	106434	98802	2952623
2017	683590	534879	209593	180712	154619	130823	123530	118116	108252	101697	3075431
2018	683003	599386	211710	180608	171356	131198	120908	119405	111561	106228	3108525

Sursa: Portalul Scimago Journal & Country Rank (<https://www.scimagojr.com/>). Accesat: 28.02.2020

Anexa 2.

Populația în 10 țări ale lumii cu cele mai multe publicații indexate în Scopus în 2018

Tara Anul	SUA	China	Regatul Unit	Germania	India	Japonia	Franța	Italia	Canada	Australia	Total în lume
1996	269394000	1217550000	58166950	81914831	982365243	125757000	59753100	56860281	29610218	18311000	5790454220
1997	272657000	1230075000	58316954	82034771	1000900030	126057000	59964851	56890372	29905948	18517000	5873071768
1998	275854000	1241935000	58487141	82047195	1019483581	126400000	60186288	56906744	30155173	18711000	5954810550
1999	279040000	1252735000	58682466	82100243	1038058156	126631000	60496718	56916317	30401286	18926000	6035284135
2000	282162411	1262645000	58892514	82211508	1056575549	126843000	60912500	56942108	30685730	19153000	6115108363
2001	284968955	1271850000	59119673	82349925	1075000085	127149000	61357430	56974100	31020902	19413000	6194460444
2002	287625193	1280400000	59370479	82488495	1093317189	127445000	61805267	57059007	31360079	19651400	6273526441
2003	290107933	1288400000	59647577	82534176	1111523144	127718000	62244886	57313203	31644028	19895400	6352677699
2004	292805298	1296075000	59987905	82516260	1129623456	127761000	62704895	57685327	31940655	20127400	6432374971
2005	295516599	1303720000	60401206	82469422	1147609927	127773000	63179351	57969484	32243753	20394800	6512602867
2006	298379912	1311020000	60846820	82376451	1165486291	127854000	63621381	58143979	32571174	20697900	6593623202
2007	301231207	1317885000	61322463	82266372	1183209472	128001000	64016225	58438310	32889025	20827600	6675130418
2008	304093966	1324655000	61806995	82110097	1200669765	128063000	64374984	58826731	33247118	21249200	6757887172
2009	306771529	1331260000	62276270	81902307	1217726215	128047000	64707040	59095365	33628895	21691700	6840591577
2010	309326085	1337705000	62766365	81776930	1234281170	128070000	65027507	59277417	34004889	22031750	6922947261
2011	311580009	1344130000	63258918	80274983	1250288729	127833000	65342780	59379449	34339328	22340024	7004011262
2012	313874218	1350695000	63700300	80425823	1265782790	127629000	65659809	59539717	34714222	22733465	7086993625
2013	316057727	1357380000	64128226	80645605	1280846129	127445000	65998687	60233948	35082954	23128129	7170961674
2014	318386421	1364270000	64613160	80982500	1295604184	127276000	66316100	60789140	35437435	23475686	7255653881
2015	320742673	1371220000	65128861	81686611	1310152403	127141000	66593366	60730582	35702908	23815995	7340548192
2016	323071342	1378665000	65595565	82348669	1324509589	126994511	66859768	60627498	36109487	24190907	7426103221
2017	325147121	1386395000	66058859	82657002	1338658835	126785797	66865144	60536709	36540268	24601860	7510990456
2018	327167434	1392730000	66488991	82927922	1352617328	126529100	66987244	60431283	37058856	24992369	7594270356

Sursa: Portalul World Bank Open Data (<https://data.worldbank.org/>). Accesat: 28.02.2020

Anexa 3.

Numărul de publicații indexate în BD Scopus în perioada 1996-2018 (10 țări din Europa de Est)

Tara Anul	F.Rusă	Polonia	Cehia	Romania	Ucraina	Slovenia	Lituania	Belarus	Georgia	R.Moldova	Total în lume	Regiunea Europei de Est
1996	31989	12321	5420	2238	5697	1457	563	1340	334	245	25020	73538
1997	32833	12639	5838	2648	6234	1590	628	1466	363	220	31989	76659
1998	34292	13109	5921	2777	6582	1539	692	1426	357	225	32833	79560
1999	32974	13801	6333	2821	6248	1896	773	1320	394	210	34292	79144
2000	34449	15069	6746	3090	6393	2231	812	1397	455	254	32974	83855
2001	36482	16481	7315	3133	7716	2148	850	1538	489	221	34449	89436
2002	37225	18188	7785	3299	7062	2408	1232	1628	444	240	36482	93620
2003	36640	20123	8595	3749	7103	3001	1266	1636	419	282	37225	97647
2004	37666	22911	9432	3842	7179	2727	1584	1646	507	237	36640	103620
2005	39554	25171	10639	4648	7496	3331	1920	1823	679	351	37666	114358
2006	35356	27061	11982	4890	6783	3469	2218	1588	700	302	39554	108190
2007	36164	27289	13279	6554	6981	4000	2207	1805	591	290	35356	113919
2008	37431	29523	14208	8760	7339	4516	3046	1457	675	314	36164	123655
2009	39132	30416	15159	11446	7187	4901	2898	1643	813	362	37431	130309
2010	40390	31474	17062	13307	7728	5046	2995	1559	750	318	39132	148095
2011	43604	33203	18401	13621	8349	5714	3193	1717	1033	378	40390	159392
2012	44724	36647	19651	14589	9131	6079	3112	1792	1154	421	43604	168785
2013	49703	39497	20688	15424	10134	6189	3163	1783	1091	425	44724	179914
2014	58244	41986	23270	15123	10434	6187	3522	1810	1120	475	49703	193894
2015	67834	43946	24194	15425	10592	6370	3552	1769	1386	406	58244	205742
2016	81689	46903	24491	15398	11107	6327	3552	1920	1755	597	67834	224087
2017	89492	48239	25526	16381	12276	6506	3873	2107	1889	532	81689	238151
2018	99099	49488	24401	15227	13514	6262	3813	2313	2112	489	89492	246693

Sursa: Portalul Scimago Journal & Country Rank (<https://www.scimagojr.com/>). Accesat: 28.02.2020

Anexa 4.
Populația în 10 țări din Europa de Est

Tara Anul	F.Rusă	Polonia	Cehia	Romania	Ucraina	Slovenia	Lituania	Belarus	Georgia	R.Moldova	Total în lume	Regiunea Europei de Est
1996	148160042	38624370	10315241	22619004	51057189	1988628	3601613	10160000	4491699	3667748	5790454220	355244791
1997	147915307	38649660	10304131	22553978	50594105	1985956	3575137	10117000	4349913	3654208	5873071768	354113855
1998	147670692	38663481	10294373	22507344	50143939	1981629	3549331	10069000	4243607	3652732	5954810550	353090328
1999	147214392	38660271	10283860	22472040	49673350	1983045	3524238	10026738	4157192	3647001	6035284135	351874324
2000	146596557	38258629	10255063	22442971	49175848	1988925	3499536	9979610	4077131	3639592	6115108363	350031071
2001	145976083	38248076	10216605	22131970	48683865	1992060	3470818	9928549	4014373	3631462	6194460444	348025609
2002	145306046	38230364	10196916	21730496	48202500	1994530	3443067	9865548	3978515	3623062	6273526441	346107025
2003	144648257	38204570	10193998	21574326	47812950	1995733	3415213	9796749	3951736	3612874	6352677699	344646838
2004	144067054	38182222	10197101	21451748	47451600	1997012	3377075	9730146	3927340	3603945	6432374971	343343712
2005	143518523	38165445	10211216	21319685	47105150	2000474	3322528	9663915	3902469	3595187	6512602867	342092395
2006	143049528	38141267	10238905	21193760	46787750	2006868	3269909	9604924	3880347	3585209	6593623202	340970792
2007	142805088	38120560	10298828	20882982	46509350	2018122	3231294	9560953	3860158	3576910	6675130418	340000808
2008	142742350	38125759	10384603	20537875	46258200	2021316	3198231	9527985	3848449	3570108	6757887172	339356082
2009	142785342	38151603	10443936	20367487	46053300	2039669	3162916	9506765	3814419	3565604	6840591577	339032837
2010	142849449	38042794	10474410	20246871	45870700	2048583	3097282	9490583	3786695	3562045	6922947261	338512668
2011	142960868	38063255	10496088	20147528	45706100	2052843	3028115	9473172	3756441	3559986	7004011262	338173260
2012	143201676	38063164	10510785	20058035	45593300	2057159	2987773	9464495	3728874	3559519	7086993625	338062524
2013	143506911	38040196	10514272	19983693	45489600	2059953	2957689	9465997	3717668	3558566	7170961674	338065956
2014	143819666	38011735	10525347	19908979	45271947	2061980	2932367	9474511	3719414	3556397	7255653881	337986965
2015	144096870	37986412	10546059	19815481	45154029	2063531	2904910	9489616	3725276	3554108	7340548192	337959478
2016	144342396	37970087	10566332	19702332	45004645	2065042	2868231	9501534	3727505	3551954	7426103221	337840073
2017	144496740	37974826	10594438	19587491	44831135	2066388	2828403	9498264	3728004	3549196	7510990456	337591246
2018	144478050	37978548	10625695	19473936	44622516	2067372	2789533	9485386	3731000	3545883	7594270356	337146559

Sursa: Portalul World Bank Open Data (<https://data.worldbank.org/>). Accesat: 28.02.2020

Anexa 5.

Indicele de Dezvoltare Umană (HDI) în 46 de țări ale lumii

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Țări cu HDI foarte înalt																							
Irlanda	0,801	0,809	0,841	0,849	0,857	0,863	0,871	0,879	0,888	0,893	0,895	0,899	0,9	0,896	0,89	0,894	0,899	0,908	0,92	0,926	0,936	0,939	0,942
Germania	0,839	0,844	0,853	0,861	0,869	0,876	0,883	0,889	0,899	0,9	0,91	0,914	0,916	0,916	0,92	0,925	0,927	0,927	0,93	0,933	0,936	0,938	0,939
Suedia	0,864	0,874	0,888	0,893	0,897	0,9	0,903	0,908	0,896	0,899	0,902	0,905	0,901	0,899	0,906	0,906	0,908	0,927	0,929	0,932	0,934	0,935	0,937
Nederlanda	0,866	0,866	0,868	0,871	0,876	0,88	0,879	0,883	0,886	0,891	0,897	0,904	0,906	0,906	0,911	0,922	0,921	0,924	0,925	0,927	0,929	0,932	0,934
Danemarca	0,837	0,843	0,849	0,861	0,863	0,876	0,883	0,894	0,898	0,903	0,905	0,904	0,909	0,906	0,91	0,922	0,924	0,926	0,928	0,926	0,928	0,929	0,930
Finlanda	0,823	0,832	0,84	0,848	0,858	0,864	0,867	0,87	0,891	0,895	0,899	0,901	0,904	0,899	0,903	0,907	0,908	0,916	0,918	0,919	0,922	0,924	0,925
Belgia	0,857	0,862	0,866	0,868	0,873	0,876	0,879	0,882	0,885	0,889	0,896	0,899	0,899	0,899	0,903	0,904	0,905	0,908	0,91	0,913	0,915	0,917	0,919
Austria	0,82	0,824	0,828	0,834	0,838	0,849	0,838	0,842	0,849	0,855	0,861	0,881	0,884	0,886	0,895	0,897	0,899	0,896	0,904	0,906	0,909	0,912	0,914
Luxemburg	0,826	0,835	0,843	0,856	0,86	0,865	0,869	0,87	0,876	0,88	0,884	0,888	0,89	0,885	0,893	0,892	0,892	0,892	0,895	0,899	0,904	0,908	0,909
Slovenia	0,788	0,796	0,805	0,819	0,824	0,835	0,843	0,85	0,857	0,861	0,868	0,873	0,878	0,877	0,881	0,883	0,876	0,884	0,886	0,886	0,892	0,899	0,902
Spania	0,806	0,81	0,814	0,819	0,825	0,828	0,83	0,833	0,837	0,844	0,848	0,853	0,856	0,858	0,865	0,87	0,873	0,875	0,88	0,885	0,888	0,891	0,893
Cehia	0,767	0,774	0,775	0,784	0,796	0,806	0,813	0,822	0,825	0,835	0,843	0,85	0,854	0,857	0,862	0,865	0,865	0,874	0,879	0,882	0,885	0,888	0,891
Franța	0,83	0,834	0,839	0,844	0,842	0,845	0,845	0,848	0,852	0,86	0,865	0,867	0,869	0,869	0,872	0,876	0,878	0,882	0,887	0,888	0,887	0,89	0,891
Malta	0,767	0,772	0,78	0,785	0,787	0,793	0,797	0,804	0,813	0,828	0,826	0,831	0,833	0,835	0,847	0,848	0,854	0,861	0,868	0,877	0,881	0,883	0,885
Italia	0,806	0,814	0,819	0,824	0,83	0,837	0,842	0,847	0,852	0,857	0,862	0,866	0,868	0,868	0,871	0,875	0,874	0,873	0,874	0,875	0,878	0,881	0,883
Estonia	0,734	0,747	0,759	0,766	0,78	0,79	0,799	0,806	0,814	0,825	0,832	0,839	0,841	0,838	0,844	0,853	0,859	0,863	0,865	0,871	0,875	0,879	0,882
Cipru	0,786	0,789	0,797	0,797	0,799	0,805	0,814	0,822	0,826	0,83	0,836	0,844	0,852	0,854	0,85	0,853	0,852	0,854	0,856	0,864	0,869	0,871	0,873
Grecia	0,772	0,777	0,787	0,789	0,796	0,806	0,818	0,825	0,835	0,845	0,851	0,849	0,857	0,859	0,857	0,853	0,856	0,858	0,866	0,868	0,866	0,871	0,872
Polonia	0,748	0,759	0,769	0,778	0,785	0,791	0,799	0,804	0,802	0,808	0,813	0,819	0,824	0,828	0,835	0,84	0,836	0,851	0,853	0,858	0,864	0,868	0,872
Lituania	0,712	0,724	0,736	0,744	0,755	0,767	0,778	0,79	0,798	0,81	0,819	0,826	0,831	0,821	0,824	0,831	0,835	0,84	0,852	0,855	0,86	0,866	0,869
Slovacia	0,754	0,756	0,762	0,762	0,763	0,765	0,772	0,777	0,785	0,794	0,803	0,814	0,822	0,823	0,829	0,836	0,841	0,844	0,845	0,849	0,851	0,854	0,857
Letonia	0,68	0,692	0,705	0,716	0,728	0,745	0,76	0,774	0,788	0,802	0,809	0,818	0,821	0,819	0,817	0,822	0,825	0,834	0,836	0,842	0,845	0,849	0,854
Portugalia	0,767	0,773	0,78	0,779	0,785	0,79	0,792	0,796	0,797	0,8	0,803	0,81	0,814	0,817	0,822	0,827	0,829	0,837	0,84	0,843	0,846	0,848	0,850
Ungaria	0,746	0,747	0,754	0,761	0,769	0,777	0,784	0,793	0,795	0,802	0,811	0,814	0,818	0,823	0,826	0,823	0,826	0,835	0,833	0,835	0,838	0,841	0,845
Croatia	0,708	0,72	0,731	0,74	0,749	0,761	0,767	0,773	0,779	0,785	0,794	0,801	0,805	0,804	0,811	0,817	0,82	0,825	0,827	0,83	0,832	0,835	0,837
Rusia	0,702	0,704	0,703	0,71	0,721	0,727	0,733	0,74	0,746	0,752	0,759	0,767	0,774	0,771	0,78	0,789	0,797	0,803	0,807	0,813	0,817	0,822	0,824
Belarus	0,661	0,667	0,671	0,676	0,682	0,689	0,696	0,704	0,714	0,724	0,74	0,756	0,774	0,784	0,792	0,798	0,803	0,808	0,811	0,811	0,812	0,815	0,817
Kazahstan	0,666	0,669	0,672	0,676	0,685	0,7	0,713	0,725	0,737	0,747	0,754	0,758	0,758	0,762	0,764	0,772	0,782	0,791	0,798	0,806	0,808	0,813	0,817

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Bulgaria	0,703	0,704	0,71	0,709	0,712	0,722	0,729	0,738	0,745	0,75	0,756	0,764	0,771	0,774	0,779	0,782	0,786	0,792	0,797	0,807	0,812	0,813	0,816
Romania	0,695	0,695	0,697	0,703	0,709	0,715	0,724	0,732	0,745	0,755	0,766	0,78	0,795	0,798	0,797	0,798	0,796	0,8	0,803	0,806	0,808	0,813	0,816
Hing Kong	0,811	0,816	0,817	0,821	0,827	0,835	0,842	0,851	0,862	0,871	0,883	0,887	0,896	0,898	0,901	0,904	0,911	0,916	0,924	0,927	0,931	0,937	0,811
Țări cu HDI înalt																							
R.Coreea	0,789	0,8	0,797	0,808	0,817	0,824	0,832	0,839	0,847	0,855	0,862	0,869	0,874	0,871	0,882	0,888	0,89	0,893	0,896	0,899	0,901	0,904	0,789
Georgia	..	..	..	..	0,669	0,673	0,678	0,688	0,695	0,705	0,712	0,724	0,723	0,727	0,732	0,738	0,749	0,756	0,764	0,771	0,776	0,783	0,786
Singapore	0,78	0,791	0,796	0,807	0,818	0,822	0,83	0,839	0,846	0,869	0,872	0,879	0,884	0,885	0,909	0,914	0,92	0,923	0,928	0,929	0,933	0,934	0,780
Armenia	0,614	0,625	0,637	0,644	0,649	0,653	0,663	0,672	0,681	0,694	0,708	0,724	0,727	0,724	0,729	0,733	0,737	0,743	0,746	0,748	0,751	0,758	0,760
China	0,558	0,566	0,574	0,583	0,591	0,599	0,61	0,622	0,631	0,643	0,657	0,67	0,681	0,69	0,702	0,711	0,719	0,727	0,735	0,742	0,749	0,753	0,758
Azerbaijan	0,612	0,618	0,627	0,634	0,641	0,649	0,658	0,667	0,674	0,681	0,707	0,712	0,721	0,734	0,732	0,731	0,736	0,741	0,746	0,749	0,749	0,752	0,754
Ucraina	0,661	0,663	0,665	0,667	0,671	0,681	0,689	0,699	0,706	0,715	0,722	0,729	0,733	0,727	0,732	0,737	0,742	0,744	0,747	0,742	0,746	0,747	0,750
R.Moldova	0,602	0,604	0,604	0,607	0,609	0,618	0,628	0,641	0,651	0,658	0,667	0,672	0,677	0,673	0,681	0,687	0,693	0,702	0,705	0,703	0,705	0,709	0,711
Uzbekistan	..	..	..	..	0,596	0,603	0,61	0,615	0,622	0,629	0,635	0,646	0,653	0,658	0,665	0,672	0,681	0,688	0,693	0,696	0,701	0,707	0,710
Turkmenistan	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	0,673	0,68	0,686	0,691	0,696	0,701	0,706	0,708	0,710
Indonesia	0,574	0,587	0,587	0,595	0,604	0,61	0,616	0,623	0,629	0,633	0,643	0,644	0,648	0,659	0,666	0,674	0,682	0,688	0,691	0,696	0,7	0,704	0,707
Țări cu HDI mediu																							
Vietnam	0,54	0,539	0,559	0,566	0,578	0,586	0,594	0,603	0,612	0,616	0,624	0,632	0,639	0,65	0,653	0,663	0,668	0,673	0,675	0,68	0,685	0,69	0,693
Kârgâzstan	0,568	0,576	0,58	0,587	0,594	0,602	0,604	0,611	0,615	0,616	0,621	0,628	0,631	0,635	0,636	0,639	0,649	0,658	0,663	0,666	0,669	0,671	0,674
Tajikistan	0,517	0,522	0,526	0,53	0,538	0,548	0,559	0,571	0,582	0,59	0,596	0,602	0,616	0,619	0,63	0,634	0,639	0,643	0,642	0,642	0,647	0,651	0,656
India	0,471	0,477	0,484	0,492	0,497	0,502	0,508	0,521	0,53	0,539	0,548	0,558	0,565	0,571	0,581	0,59	0,6	0,607	0,618	0,627	0,637	0,643	0,647

Sursa: Raportul Dezvoltării Umane 2019 - <http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr2019.pdf>. Accesat: 05.03.2020

Anexa 6.

Numărul de publicații indexate în BD Scopus în 2018 cu autori din 46 țări și din întreaga lume

Țara	Nr. publicații
Austria	26756
Belgia	35099
Bulgaria	5312
Cehia	24401
Cipru	2998
Croatia	7170
Danemarca	29572
Estonia	3369
Finlanda	21438
Franța	120908
Germania	180608
Grecia	19852
Irlanda	15589
Italia	119405
Letonia	2267
Lituania	3813

Țara	Nr. publicații
Luxemburg	2271
Malta	923
Nederlanda	63193
Polonia	49488
Portugalia	26611
Romania	15227
Slovacia	8240
Slovenia	6262
Spania	96517
Suedia	43956
Ungaria	11772
Armenia	1275
Azerbaidjan	1302
Belarus	2313
Georgia	2112
Kazahstan	3819

Țara	Nr. publicații
Kârgâzstan	314
R.Moldova	489
Rusia	99099
Tajikistan	160
Ucraina	13514
Uzbekistan	613
Turkmenistan	11
China	599386
Coreea de Sud	85725
Hong Kong	21849
India	171356
Indonesia	32456
Singapore	22495
Vietnam	8837
Total lume	3108525

Sursa: Portalul Scimago Journal & Country Rank - <https://www.scimagojr.com/>. Accesat: 05.03.2020

Anexa 7.

Numărul populației în 46 de țări și în lume în 2018

Țara	Populație
Austria	8847037
Belgia	11422068
Bulgaria	7024216
Cehia	10625695
Cipru	1189265
Croatia	4089400
Danemarca	5797446
Estonia	1320884
Finlanda	5518050
Franța	66987244
Germania	82927922
Grecia	10727668
Irlanda	4853506
Italia	60431283
Letonia	1926542
Lituania	2789533

Țara	Populație
Luxemburg	607728
Malta	483530
Nederlanda	17231017
Polonia	37978548
Portugalia	10281762
Romania	19473936
Slovacia	5447011
Slovenia	2067372
Spania	46723749
Suedia	10183175
Ungaria	9768785
Armenia	2951776
Azerbaidjan	9942334
Belarus	9485386
Georgia	3731000
Kazahstan	18276499

Țara	Populație
Kârgâzstan	6315800
R.Moldova	3545883
Rusia	144478050
Tajikistan	9100837
Ucraina	44622516
Uzbekistan	32955400
Turkmenistan	5850908
China	1392730000
Coreea de Sud	51635256
Hong Kong	7451000
India	1352617328
Indonesia	267663435
Singapore	5638676
Vietnam	95540395
Total lume	7594270356

Sursa: World Bank Open Data - <https://data.worldbank.org/>. Accesat: 05.03.2020

Anexa 8.**Numărul de brevete cu autori din 46 de țări înregistrate în 2018**

Țara	Nr. brevete
Austria	8913
Belgia	8252
Bulgaria	310
Cehia	1391
Cipru	213
Croatia	52
Danemarca	6506
Estonia	137
Finlanda	8571
Franța	50384
Germania	101556
Grecia	561
Irlanda	3170
Italia	22224
Letonia	135
Lituania	150

Țara	Nr. brevete
Luxemburg	2171
Malta	309
Nederlanda	22831
Polonia	3973
Portugalia	503
Romania	521
Slovacia	221
Slovenia	534
Spania	6271
Suedia	16787
Ungaria	641
Armenia	128
Azerbaidjan	341
Belarus	1467
Georgia	50
Kazahstan	945

Țara	Nr. brevete
Kârgâzstan	151
R.Moldova	78
Rusia	23627
Tajikistan	32
Ucraina	1498
Uzbekistan	164
Turkmenistan	1
China	377305
Coreea de Sud	131912
Hong Kong	1140
India	8350
Indonesia	552
Singapore	3337
Vietnam	248
Total lume	1422800

Sursa: World Intellectual Property Organization - <http://www.wipo.int/portal/en/index.html>. Accesat: 05.03.2020

Acte de implementare a rezultatelor cercetărilor științifice

ACADEMIA DE ȘTIINȚE
A MOLDOVEI

Bd. Ștefan cel Mare și Sfânt, 1
MD – 2001, Chișinău,
Republica Moldova
tel: (+373 22) 27-14-78
Fax: (+373 22) 54-28-23
E-mail: consiliu@asm.md



ACADEMY OF SCIENCES OF
MOLDOVA

1, Ștefan cel Mare și Sfânt Ave.
MD – 2001, Chișinău,
Republic of Moldova
tel: (+373 22) 27-14-78
Fax: (+373 22) 54-28-23
E-mail: consiliu@asm.md

Nr. 299-01/ din 1.10.5 2020

CERTIFICAT DE IMPLEMENTARE

Academia de Științe a Moldovei confirmă că rezultatele obținute în cadrul studiului efectuat de dna Rodica Cujba în teza de doctor cu titlul „Organizarea și autoorganizarea sistemului de cercetare-dezvoltare-inovare în Republica Moldova. Aspecte sinergetice” au fost implementate în cadrul Academiei de Științe a Moldovei în perioada anilor 2007-2011 la elaborarea formularului de raportare anuală a organizațiilor din sfera științei și inovării, precum și la pregătirea rapoartelor anuale ale Consiliului Suprem pentru Știință și Dezvoltare Tehnologică.

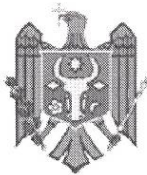
Recomandările făcute de dna Cujba în teza de doctor revelează importanța sistemului de cercetare-dezvoltare-inovare pentru dezvoltarea socială și economică a Republicii Moldova și pot fi luate în considerare la luarea deciziilor în domeniu.

Vicepreședinte al AȘM
Membru corespondent

Svetlana COJOCARU



Î.S. INSTITUTUL DE DEZVOLTARE
A SOCIETĂȚII INFORMAȚIONALE
Ministerul Educației, Culturii și Cercetării
al Republicii Moldova
MD-2028, or. Chișinău
str. Academiei, 5a
tel. (373 22) 28 98 39, 28 98 40
Fax. (373 22) 28 98 49
E-mail: info@idsi.md



S.E. INFORMATION SOCIETY
DEVELOPMENT INSTITUTE
Ministry of Education, Culture and
Research of the Republic of Moldova
MD-2028, Moldova
5a, Academiei str., Chisinau
tel: (373 22) 28 98 39, 28 98 40
Fax: (373 22) 28 98 49
E-mail: info@idsi.md

Nr. 20/05-20 din 06 mai 2020

ACT DE IMPLEMENTARE

a rezultatelor investigațiilor științifice obținute de dna Rodica Cujba în teza de doctor în științe economice cu titlul „Organizarea și autoorganizarea sistemului de cercetare-dezvoltare-inovare în Republica Moldova. Aspecte sinergetice”

Prin prezenta, se confirmă că dna Rodica Cujba a participat la realizarea proiectelor de cercetare: 15.817.06.13A, *Platforma pilot pentru asigurarea evaluării calității și vizualizarea conținutului științific digital din RM - SCIFORM (2015-2019)*; 13.817.18.05A, *Dezvoltarea suportului informațional pentru efectuarea studiilor scientometrice în Republica Moldova - INFOSCIENTIC (2013-2014)*; 10.820.08.05.RoF, *Riscuri ce intervin în procesul de trecere de la societatea informațională către societatea cunoașterii. Cercetare prospectivă pe exemplul României și Republicii Moldova (iun. 2010 – dec. 2012)*, în cadrul cărora a adus contribuții importante la un șir de studii științifice.

De asemenea, dna Cujba a participat la proiectarea, elaborarea și dezvoltarea a trei instrumente de suport pentru managementul și monitorizarea activității de cercetare-dezvoltare-inovare din Republica Moldova:

- Expert online (<https://expert.idsi.md/>) - registrul proiectelor; registrul instituțiilor de cercetare; registrul școlilor doctorale și a instituțiilor organizatoare de doctorat; modulul de evidență a obiectelor de proprietate individuală; modulul de evidență a identificatorilor persistenți ai cercetătorilor; registrul gradelor, titlurilor științifice și științifico-didactice conferite de CNAEA / ANACEC ș.a.
- Instrumentul Bibliometric Național (<https://ibn.idsi.md/>) – modulul de evidență a manifestărilor științifice; generarea paginii revistei și culegerii; generarea profilului autorului; generarea profilului organizației; modulul de generare a formularului de depunere și evaluare a revistelor științifice ș.a.
- Indicatori CDI (<http://indicator.idsi.md/>) – proiectarea integrală și gestionarea sistemului

Rezultatele obținute sunt apreciate înalt ca fiind utile pentru sistemul de cercetare-dezvoltare-inovare din Republica Moldova. Considerăm, că implementarea în practică a recomandărilor prezentate în teză vor contribui la organizarea sistemului CDI și dezvoltarea socio-economică a Republicii Moldova.

Directorul Î.S. IDSI



dr. Igor COJOCARU



ACT

de implementare a rezultatelor tezei de doctor cu titlul „Organizarea și autoorganizarea sistemului de cercetare-dezvoltare-inovare în Republica Moldova.

Aspecte sinergetice” a dnei Rodica Cujba

Membrii Consiliului Științific al Universității Tehnice a Moldovei atestă, că rezultatele cercetării științifice elaborate de dna Rodica Cujba în cadrul tezei de doctorat au fost implementate în cadrul UTM prin dezvoltarea sistemului de diseminare și monitorizare a rezultatelor cercetărilor științifice ale universității (<http://cris.utm.md/>), elaborat în cadrul proiectului „Dezvoltarea și funcționarea Incubatorului Inovațional “Politehnica”, în 2019 crearea și dezvoltarea infrastructurii acesteia”. Sistemul este utilizat la efectuarea studiilor, rapoartelor activității de cercetare, eficientizarea procesului de organizare și management a activității de cercetare-dezvoltare-inovare la Universitatea Tehnică a Moldovei.

În rezultatul implementării sistemului <http://cris.utm.md/> procesul de organizare și management al activității de cercetare-dezvoltare-inovare a fost eficientizat și optimizat.

Prorector pentru cercetare și doctorat



Mircea BERNIC,
Dr. hab., prof. univ.

Nr. 1
din 20 aprilie 2020

DECIZIA

**Consiliului Științific UTM din 16.04.2020, pv. nr. 7,
privind aprobarea implementării sistemului de management al informației
curente din activitatea de cercetare-dezvoltare-inovare a UTM (<http://cris.utm.md/>)**

În temeiul necesității sporite de monitorizare eficiente a activității de cercetare, dezvoltare și inovare la UTM și raportului privind sistemul de management al informației curente din activitatea de cercetare-dezvoltare-inovare a UTM (<http://cris.utm.md/>) prezentat de dna Rodica Cujba, șef Direcția Investigații Științifice,

Consiliul Științific al Universității Tehnice a Moldovei

DECIDE:

A aproba implementarea sistemului de management al informației curente din activitatea de cercetare-dezvoltare-inovare a UTM (<http://cris.utm.md/>), care va fi dezvoltat și gestionat în cadrul Direcției Investigații Științifice a UTM.

Mircea BERNIC,
Președinte al Consiliului Științific al UTM,
dr. hab., prof. univ.



Declarația privind asumarea răspunderii

Subsemnata, declar pe răspundere personală că materialele prezentate în teza de doctorat sunt rezultatul propriei cercetări și realizări științifice. Conștientizez că, în caz contrar, urmează să suport consecințele în conformitate cu legislația în vigoare


Cujba Rodica

CURRICULUM VITAE AL AUTORULUI

INFORMAȚII PERSONALE

CUJBA Rodica



 mun. Chișinău, Republica Moldova

 rodica.cujba@adm.utm.md

Data nașterii: 26/04/1972

EXPERIENȚA PROFESIONALĂ

- Mai 2019 – prezent **Șef, Direcția Investigații Științifice**
Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Bd. Ștefan cel Mare 168, MD-2004, Republica Moldova, <https://utm.md/>
- Ian. 2019 – Apr. 2019 **Cercetător științific, Direcția Investigații Științifice**
Universitatea Tehnică a Moldovei
- Ian. 2019 – prezent **Cercetător științific, Laboratorul Tehnologii Informaționale și Comunaționale (cumul)**
Î.S. Institutul de Dezvoltare a Societății Informaționale, Chișinău, str. Academiei 5A, MD-2028, R.Moldova, <http://idsi.md>
- Mar. 2018 – Dec. 2018 **Șef, Laboratorul Tehnologii Informaționale și Comunaționale**
Î.S. Institutul de Dezvoltare a Societății Informaționale, Chișinău, str. Academiei 5A, MD-2028, R.Moldova, <http://idsi.md>
- Mai 2012 – Feb. 2018 **Cercetător științific, Laboratorul Tehnologii Informaționale și Comunaționale**
Î.S. Institutul de Dezvoltare a Societății Informaționale, Chișinău, str. Academiei 5A, MD-2028, R.Moldova, <http://idsi.md>
- Iun. 2008 – Apr. 2012 **Cercetător științific, Laboratorul Tehnologii Informaționale și Comunaționale (cumul)**
Î.S. Institutul de Dezvoltare a Societății Informaționale, Chișinău, str. Academiei 5A, MD-2028, R.Moldova, <http://idsi.md>
- Feb. 2005 – Apr. 2012 **Consilier, Consiliul Suprem pentru Știință și Dezvoltare Tehnologică**
Academia de Științe a Moldovei, Chișinău, Bd. Ștefan cel Mare 1, MD-2001, R.Moldova, <http://asm.md>
- 2003-2008 **Lector, Catedra TIC**
Universitatea Școala Antropologică Superioară, Chișinău, str. Zimbrului 10A, MD-2024, R.Moldova, <http://univer.in/vysshaya-antropologicheskaya-shkola-respubliki-moldova-vash>
- 2001-2003 **Consultant, Serviciul de presă**
Aparatul Președintelui Republicii Moldova, Chișinău, Bd. Ștefan cel Mare 154, MD-2073, R.Moldova, <http://presedinte.md/>

EDUCAȚIE ȘI FORMARE

- 2010-2014 **Studii de doctorat**
Institutul de Economie, Finanțe și Statistică (în prezent Institutul Național de Cercetări Economice), Chișinău, Republica Moldova
 Specialitatea: Economie și management
- 2003-2004 **Studii de master**
Academia de Studii Economice, Chișinău, Republica Moldova
 Calificarea: Magistru în economie, Tehnologii Informaționale în Economie
- 1998-2003 **Studii de licență**
Universitatea Școala Antropologică Superioară, Chișinău, Republica Moldova
 Calificarea: Licențiat în Informatică, specializarea: Programare și dirijare

PARTICIPAREA ÎN PROIECTE

- Naționale**
- Platforma pilot pentru asigurarea evaluării calității și vizualizarea conținutului științific digital din RM (2015-2018);
 - Dezvoltarea suportului informațional pentru efectuarea studiilor scientometrice în Republica Moldova (2013-2014);
 - Sistem-suport de decizie (SSD) pentru selecția, finanțarea și gestionarea proiectelor de cercetare științifică-dezvoltare tehnologică cu finanțare publică (2011-2012);
- Internaționale**
- MINERVA – Strengthening Research Management and Open Science Capacities of HEIs in Moldova and Armenia (2018-2022)
 - ModerNight-2020 - Fostering science and innovation impact through organisation in Moldova of European Researchers' Night (2020)
 - MOLD-ERA - Preparation for Moldova's integration into the European Research Area and into the Community R&D Framework Programmes on the basis of scientific excellence (2010-2013);
 - SEERA-EI - South East European Research Area for Infrastructures (2009-2012);
 - EXTEND – Extending ICT research co-operation between the European Union, Eastern Europe and the Southern Caucasus (2009-2011).

APRECIERI

- Diploma de onoare a Ministerului Educației, Culturii și Cercetării decernată cu ocazia „Zilei internaționale a femeilor și fetelor din domeniul științei”, 2021;
- Diploma de onoare a Ministerului Educației, Culturii și Cercetării decernată cu prilejul Zilei Științei, 2019.

COMPETENTE PERSONALE

Competențe organizaționale/manageriale

- leadership (managementul echipei de dezvoltare software);
- experiență în organizarea evenimentelor naționale și internaționale;
- experiență de coordonare a activităților organizației-executor (AȘM) în cadrul proiectelor internaționale (proiectul internațional MOLD-ERA – 2010-2013; proiectul internațional SEERA-EI – 2009-2012; proiectul internațional EXTEND – 2009-2011), proiectul internațional MODERNight-2020 (2020).

Competențe de comunicare

Limba(i) maternă(e) Alte limbi străine cunoscute

Limba română

	INTELEGERE		VORBIRE		SCRIERE
	Ascultare	Citire	Participare la conversație	Discurs oral	
Engleză	C1	C2	C1	C2	C1
Rusă	C2	C2	C2	C2	C2

Niveluri: A1/A2: Utilizator elementar - B1/B2: Utilizator independent - C1/C2: Utilizator experimentat

Competențe dobândite la locul de muncă

- bune competențe de comunicare dobândite prin experiența proprie în coordonarea proiectelor
- o bună cunoaștere a proceselor de proiectare, dezvoltare și menținere a sistemelor informatice
- o bună cunoaștere a proceselor de management al activităților de cercetare

Competență digitală

AUTOEVALUARE				
Procesarea informației	Comunicare	Creare de conținut	Securitate	Rezolvare a de probleme
Utilizator experimentat	Utilizator experimentat	Utilizator experimentat	Utilizator experimentat	Utilizator experimentat

Niveluri: Utilizator elementar - Utilizator independent - Utilizator experimentat

Alte competențele informatice.

o bună stăpânire a unei suite de programe de birou (procesor de text, calcul tabelar, software pentru prezentări, software pentru editare foto, video)

Alte informații relevante (traininguri)

- Decembrie 2017. Centrul de Formare APSAP, Băile Felix, România. Scrierea, managementul și derularea proiectelor naționale și internaționale. Oportunități și provocări ale finanțării externe. Certificat de participare.
- Octombrie 2015. Proiectul DISCUS. Vizita de Studiu în Slovacia, e-Servicii publice. Certificat de participare.
- Mai-Decembrie 2013. Institutul de Dezvoltare a Societății Informaționale, Chisinău, Republica Moldova, Auditor intern ISO 9001:2008, ISO 14001:2005, OHSAS 18001:2007, ISO/IEC 27001:2005. Certificat de finalizare.
- Februarie-Martie 2012. Centrul de e-Guvernare, Chisinău, Republica Moldova, Inițierea în Modernizarea Tehnologică a Guvernului. Certificat de finalizare.
- Iunie 2010. Institutul de Dezvoltare a Societății Informaționale, Chișinău, Republica Moldova, IT Essentials: PC Hardware and Software
- Mai 2009. Academia de Administrare Publică, Chisinău, Republica Moldova, Managementul Resurselor Umane. Certificat de finalizare.
- Mai 2006. "Palantir-com" LS, Chisinău, Republica Moldova, Video-Design. Certificat de finalizare
- Noiembrie 2005. Asociația Traducătorilor Profesioniști din Rep. Moldova, Practical aspects of the translation process. Certificat de finalizare.

Permis de conducere

Categoria B