

CZU: 330.341.1:338.1(478)

UDC: 330.341.1:338.1(478)

ESTIMAREA NIVELULUI DE PREGĂTIRE AL ECONOMIEI REPUBLICII MOLDOVA PENTRU INDUSTRIA 4.0-5.0: PROVOCĂRI ȘI PERSPECTIVE

ASSESSING THE READINESS OF THE MOLDOVAN ECONOMY FOR INDUSTRY 4.0-5.0: CHALLENGES AND PROSPECTS

Conf. univ., Dr. **Maia PISANIUC**, INCE, ASEM
maia.pisaniuc@ase.md
ORCID: 0000-0002-8084-7484
DOI: <https://doi.org/10.53486/econ.2025.134.02>

PhD, Assoc. Prof. **Maia PISANIUC**, ASEM, NIER
maia.pisaniuc@ase.md
ORCID: 0000-0002-8084-7484
DOI: <https://doi.org/10.53486/econ.2025.134.02>

Abstract

Multiple publicații la nivel național sunt dedicate Industriei 4.0, efectelor pe care le are, deja, sau pe care le va produce asupra economiei și societății. La nivel global, o parte dintre țări se află la o altă etapă de dezvoltare – Industria 5.0, ce reprezintă o schimbare de paradigmă inovatoare. Evoluția tehnologiilor viitorului, accentuează diferențele economice între țări, între cele care utilizează inovațiile bazate pe tehnologii avansate asociate industriei 5.0 și cele care nu le folosesc, sau le utilizează moderat.

Articolul dat are ca scop evaluarea nivelului de pregătire al Republicii Moldova pentru asimilarea tehnologiilor de frontieră, asociate industriilor 4.0-5.0., precum și compararea cu alte state – lideri în inovarea economiei. Ca rezultat am înaintat unele propuneri și am trasat direcțiile viitoare de dezvoltare în acest domeniu.

Cuvinte-cheie: Industry 4.0, Industry 5.0, inovații disruptive, inovații de frontieră, indici de inovare.

Clasificare JEL: O.32, O33, 014.

Introducere

În zilele noastre, inovațiile sunt prezente aproape peste tot. Inovația este un motor cheie al progresului în lumea economică de astăzi și aduce beneficii consumatorilor, întreprinderilor și economiei în ansamblu. Începând cu anii 2000, deja, economia globală este dominată de Industria 4.0, care se concentrează pe automatizare, eficiență și conectivitate, prin tehnologii precum inteligența artificială (IA) și Internetul obiectelor (IoT), în timp ce Industria 5.0 se bazează pe acestea, punând din nou accent pe colaborarea om-mașină, cu scopul de a obține sustenabilitate și reziliență. În această perioadă, tot mai mult, se pune accent pe inovațiile viitorului, respectiv pe inovații disruptive [8, p.2].

Inovația disruptivă este definită ca fiind acea inovație care înlocuiește bunurile sau serviciile scumpe sau extrem de sofisticate, care ante-

Abstract

Numerous national publications are dedicated to Industry 4.0, the impact it is already having, or is expected to have, on the economy and society. At the global scale, some countries are at a different stage of development, Industry 5.0, which represents an innovative paradigm shift. The evolution of future technologies accentuates the economic differences between countries, between those that adopt innovations based on advanced technologies associated with Industry 5.0, and those that do not use them or use them moderately.

This article aims to assess the Republic of Moldova's level of preparedness for the assimilation of frontier technologies associated with Industry 4.0-5.0, as well as to compare its position with that of countries that are leaders in the field of economic innovation. Consequently, the paper puts forward several proposals and outlines the key directions and policy measures required for development in this area.

Keywords: Industry 4.0, Industry 5.0, disruptive innovations, frontier innovations, innovation indices.

JEL Classification: O.32, O33, 014.

Introduction

Nowadays, innovation is present in almost every sphere of activity. It is a key driver of progress in today's economic context and delivers significant benefits to consumers, businesses, and the economy as a whole. Since the 2000s, the global economy has been shaped by Industry 4.0, which focuses on automation, efficiency, and connectivity through technologies such as artificial intelligence (AI) and the Internet of Things (IoT). In contrast while Industry 5.0 builds upon these developments, placing renewed emphasis on human-machine collaboration, with the aim of achieving sustainability and resilience. Over this period, attention has increasingly shifted focus towards the innovations of the future, namely disruptive innovations [8, p.2].

Disruptive innovation is defined as an innovation that replaces expensive or highly sophisti-

rior erau accesibile doar unui segment restrâns de consumatori sau utilizatori foarte calificați, cu alternative mai accesibile pentru o populație mai largă. Această schimbare perturbă piața prin înlocuirea concurenților consacrați pe termen lung.

În anul 1997, termenul de „inovatie disruptivă” a fost introdus și popularizat de profesorul de la Harvard Business School, Clayton Christensen, care îl descrie ca „un proces prin care un produs sau un serviciu prinde rădăcini inițial în aplicații simple, în partea de jos a pieței și apoi avansează fără încetare către segmentele superioare, ajungând, în cele din urmă, să înlocuiască concurenții stabiliți” [2, p.30].

În secolul XXI, tehnologiile digitale avansate și creșterea conectivității la internet au generat o economie digitală bazată pe cunoaștere, care a revoluționat, într-o măsură fără precedent, modul în care oamenii lucrează, trăiesc și desfășoară activități economice zilnice. Aceste transformări au avut un impact considerabil asupra schimbărilor profunde din istoria umanității, influențând structura economiilor, modele de afaceri și relațiile sociale. Inovațiile viitorului, denumite și inovații disruptive sau de frontieră, conduc la creșterea performanței economiilor și pot fi aplicate într-o varietate largă de domenii [9, p.2]. Tehnologiile viitorului generează performanțe majore, deși, în etapa inițială necesită și costuri ridicate de implementare. Pe termen lung, totuși, acestea conduc spre performanțe sporite (figura 1).

cated goods or services, which were previously only accessible to a limited group of consumers or highly skilled users, with alternatives that are more affordable and accessible to a wider population. This change disrupts the market by replacing long-established competitors.

The term “disruptive innovation” was introduced and popularised in 1997, by Harvard Business School professor Clayton Christensen, who describes it as “a process whereby a product or service initially takes root in simple applications at the bottom of the market and then steadily advances to higher segments, eventually replacing established competitors” [2, p.30].

In the 21st century, advanced digital technologies and increased internet connectivity have generated a knowledge-based digital economy that has revolutionised, to an unprecedented extent, the way people work, live, and conduct daily economic activities [9, p.2]. These transformations have had a considerable impact on the profound changes in human history, influencing the structure of economies, business models, and social relations.

Future innovations, also known as disruptive or frontier innovations, lead to economic growth and performance and can be applied in a wide variety of fields. These technologies generate major performance gains, although they require high implementation costs in the initial stage. In the long term, however, they lead to higher productivity and increased performance (figure 1).

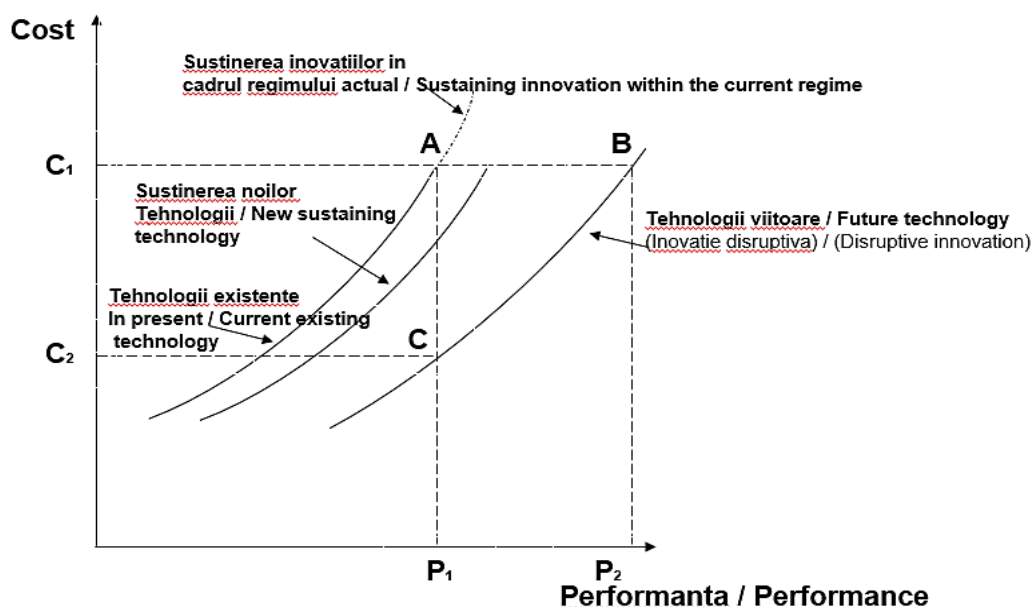


Figura 1. Eficiența tehnologiilor de frontieră: contrastul dintre inovațiile sustenabile la moment și cele disruptive/ Figure 1. The efficient frontier for current and future technology contrasting sustaining and disruptive innovation
Sursa [6] Source: [6]

La rândul său, literatura de specialitate evidențiază interesul semnificativ pentru inovațiile disruptive (de frontieră), interes care a dat naștere unei varietăți de abordări strategice menite să ofere o mai bună înțelegere a impactului acestora asupra firmelor și industriilor [8, p.35]. Totuși, majoritatea publicațiilor din Republica Moldova sunt axate preponderent pe cercetarea Industriei 4.0. Dar în acest context, dorim să menționăm faptul că, pe plan global, deja din anul 2020, la nivel internațional, se conturează tot mai clar paradigma Industriei 5.0. În acest context, prezentul studiu propune o estimare proprie a nivelului de pregătire al economiei Republicii Moldova pentru încadrarea în aceste etape ale dezvoltării tehnologice și industriale.

Metode de cercetare aplicate

Prezentul articol a fost elaborat pe baza consultării articolelor științifice, rapoartelor globale, documentelor oficiale elaborate în cadrul Global Innovation Index (GII), precum și a studiilor de cercetare realizate de firmele internaționale de consultanță, precum McKinsey, Deloitte, Boston Consulting Group (BCG) ș.a. Accentul analizei a fost pus pe nivelul de pregătire al economiei pentru Industriile 4.0-5.0, precum și pe impactul inovațiilor de frontieră asupra economiei globale. De fapt, analiza a vizat, în principal, pe evaluarea nivelului de pregătire din punct de vedere al sofisticării businessului, a pieței și a outputurilor bazate pe cunoaștere. Prin selectarea unor indici alternativi pentru estimarea nivelului de pregătire către Industria 5.0., ce constituie de fapt și originalitatea prezentului articol. Studiul nu s-a axat pe analiza infrastructurii de digitalizare, considerată un subiect deja intens abordat, ci pe modul de utilizare a infrastructurii respective, rezultatele obținute în inovarea economiei și direcțiile de îmbunătățire. Pentru atingerea obiectivelor cercetării, au fost utilizate următoarele metode: observarea tendințelor, analiza datelor statistice, sinteza informațiilor și deducerea concluziilor. Aceste metode au permis evaluarea nivelului de inovare multidimensional al economiei RM și a gradului de pregătire pentru tranziția către Industria 5.0.

Rezultate și discuții: În vederea aprofundării subiectului dat, studiul își propune să răspundă la întrebarea privind pregătire al Republicii Moldova pentru adaptarea la procesele de industrializare 4.0 și 5.0, mai bine zis care este potențialul economiei naționale de a asimila sau genera inovații și în ce măsură? În prim-plan se află prezentarea fiecărei etape de industrializare, urmată de determinarea gradului de pregătire al țării la acest nivel.

Industria 4.0 e un concept revoluționar care a modificat semnificativ modul în care întreprin-

In turn, the specialised literature highlights the significant interest in disruptive (frontier) innovations, which has given rise to a variety of strategic approaches aimed at providing a better understanding of their impact on companies and industries [8, p.35]. However, most publications in the Republic of Moldova focus mainly on Industry 4.0 research. Nevertheless, it should be mentioned that, globally, since 2020, the Industry 5.0 paradigm has been becoming increasingly clear at the international level. In this context, the present study proposes its own assessment of the level of preparedness of the Moldovan economy to integrate into these stages of technological and industrial development.

Research Methods Applied

This article has been developed based on scientific publications, global reports, official documents prepared within the Global Innovation Index (GII), as well as research studies conducted by international consulting firms such as McKinsey, Deloitte, Boston Consulting Group (BCG), etc. The analysis focused on the level of preparedness of the economy for Industries 4.0-5.0, as well as on the impact of frontier innovations on the global economic environment. In fact, the analysis mainly focused on assessing the level of preparedness in terms of business sophistication, market sophistication, and knowledge-based outputs. By selecting alternative indices to estimate the level of readiness for Industry 5.0, which is in fact the originality of this article. The study did not focus on the analysis of digital infrastructure, considered an already intensively researched topic, but rather examined how that infrastructure is utilised, the results obtained in economic innovation, and possible directions for further improvement.

To achieve the research objectives, the following methods were used: trend observation, statistical data analysis, information synthesis, and conclusion deduction. These methods allowed for the assessment of the multidimensional level of innovation within the Moldovan economy and the degree of readiness for the transition to Industry 5.0.

Results and Discussions: In order to explore the subject in greater depth, the study aims to answer the following research question: Is the Republic of Moldova prepared to adapt to the processes associated with industrialisation 4.0 and 5.0, and if so, to what extent does the national economy possess capacity to assimilate or generate innovations? The focus is on presenting each stage of industrialisation, followed by an assessment of the country's level of preparedness at each stage.

derile funcționează și interacționează cu clienții, furnizorii și partenerii lor. În același timp, etapa *Industriei 5.0* aflată la orizont, e la fel de importantă, pentru a înțelege modul în care acest următor pas tehnologic va influența întreprinderile din toate sectoarele economiei. Calea de la Industria 4.0 la Industria 5.0 ridică o serie de întrebări, cum ar fi: la ce schimbări ne putem aștepta și cum se pot pregăti companiile pentru aceste etape? De asemenea, vor fi examinate unele dintre beneficiile potențiale asociate cu adoptarea acestor noi tehnologii, în vederea anticipării și gestionării eficiente a evoluțiilor care vor urma.

Termenul *Industry 4.0* se referă, de fapt, la integrarea automatizării și a schimbului de date în procesele de producție. *Industria 5.0* reprezintă un concept nou, care pune accent pe colaborarea dintre oameni și mașini, cu scopul de a crea produse și servicii durabile.

Industry 4.0 is a revolutionary concept that has significantly changed the way businesses operate and interact with their customers, suppliers, and partners. At the same time, the emergent *Industry 5.0* paradigm is equally important for understanding how this next technological step will influence businesses in all sectors of the economy. The transition from Industry 4.0 to *Industry 5.0* raises a number of questions, including what changes can be anticipated and how can companies prepare for these stages? The paper also examines some of the potential benefits associated with adoption of these new technologies, in order to anticipate and effectively manage the developments that will follow.

The term *Industry 4.0* actually refers to the integration of automation, digitalisation and data exchange into production processes. In contrast, *Industry 5.0* is a new concept that emphasises collaboration between humans and machines, with the aim of creating sustainable products and services.

Tabelul 1/ Table 1

**Abordarea comparativă a Industriei 4.0 și Industriei 5.0/
Comparative approach to Industry 4.0 and Industry 5.0**

Criteriu/ Criteria	Industria 4.0/ Industry 4.0	Industria 5.0/ Industry 5.0
1	2	3
Focus/ Focus	Automatizarea și utilizarea tehnologiei pentru îmbunătățirea eficienței proceselor de fabricație și producție/ Automation and use of technology to improve process/ manufacturing and production efficiency	Crearea proceselor de fabricație durabile și ecologice/ Creating sustainable and environmentally friendly manufacturing processes
Accent/ Accent	Utilizarea datelor și a analizei pentru optimizarea proceselor/ Using data and analytics to optimize processes	Importanța interacțiunii umane și a colaborării/ The importance of human interaction and collaboration
Competențe/ Competence	IoT, AI, ML pentru automatizarea sarcinilor și a deciziilor/ IoT, AI, ML for automation task and decision	Combinarea tehnologiilor avansate cu abilitățile și creativitatea umană/ Combining advanced technologies with ability human creation
Utilizare/Usage	Roboți și mașini autonome pentru sarcini repetitive, periculoase sau de precizie/ Robots and autonomous machines for repetitive, dangerous, or precision tasks	Dezvoltarea de noi abilități și competențe în rândul lucrătorilor/ Developing new skills and competencies among workers
Fabrici/Usine	Fabrici inteligente pentru auto-optimizarea proceselor de producție/ Smart factories for self-optimising production processes	Sisteme de producție integrate și flexibile pentru adaptarea la cerințele clienților și la tendințele pieței/ Integrated and flexible production systems for adapting to customer requirements and market trends

Continuarea tabelului 1/ Continuation of table 1

1	2	3
Tehnologii/ Technologies	Gemeni digitali și instrumente de simulare pentru optimizarea proceselor de producție/ Digital twins and simulation tools for optimising production processes	Tehnologii avansate, precum nanotehnologia și biotehnologia, pentru crearea de noi materiale și produse/ Advanced technologies, such as nanotechnology and biotechnology, for creating new materials and products
Eficiență/ Efficiency	Întreținerea predictivă, monitorizarea de la distanță și analiza datelor în timp real pentru îmbunătățirea eficienței și reducerea costurilor/ Predictive maintenance, remote monitoring, and real-time data analysis to improve efficiency and reduce costs	Prioritizarea sustenabilității și a practicilor etice de producție, pentru minimizarea deșeurilor și reducerea impactului asupra mediului/ Prioritizing sustainability and ethical production practices to minimise waste and reduce environmental impact

Sursa: elaborat de autor [13]/ **Source:** developed by the author [13]

Industria 5.0 constituie următorul pas major, care, cel puțin în economia Republicii Moldova, se află într-o etapă incipientă de dezvoltare. Se așteaptă că aceasta se va concentra pe colaborarea dintre oameni și mașini, permițând oamenilor să își utilizeze pe deplin competențele și contribuind la crearea unor locuri de muncă mai sigure, mai eficiente și mai semnificative. Industria 5.0 presupune, de asemenea, introducerea unor tehnologii mai avansate, precum inteligența artificială și robotica, care pot sprijini și completa activitatea umană în moduri inovatoare. În general, se poate spune că Industria 5.0 reprezintă un viitor important de dezvoltare pentru întreprinderi și merită să monitorizăm atent evoluția sa. Deoarece cercetarea științifică trebuie să preceadă activitățile practice, studiul de față își propune nu doar să determine nivelul actual de pregătire, dar și să previzioneze direcțiile de acțiune și accelerare ce urmează a fi inițiate.

În mod special, dorim să identificăm abilitățile necesare angajaților pentru această etapă de dezvoltare. Industria 5.0 oferă companiilor oportunități enorme de automatizare a proceselor, reducere a costurilor și de creștere a calității produselor. Folosind senzori avansați și sisteme interconectate, procesele de producție pot fi complet optimizate pentru a obține o eficiență și o productivitate mai mare. Combinația dintre inteligența artificială și metodele de învățare automată ajută la detectarea timpurie a problemelor și la inițierea promptă a contramăsurilor. Un avantaj deosebit constă în îmbunătățirea gestionării forței de muncă. Prin înlocuirea proceselor manuale cu automatizarea, companiile pot spori productivitatea fără a fi nevoite să crească numărul de angajați. Acest fapt

Industry 5.0 is the next major step, which, at least in the case of the Moldovan economy, remains at an early stage of development. It is expected to focus on collaboration between humans and machines, allowing people to fully utilise their skills and contributing to the creation of safer, more efficient, and more meaningful jobs. Industry 5.0 also involves the introduction of more advanced technologies, such as artificial intelligence and robotics, which can support and complement human activity in innovative ways. In general, it can be said that Industry 5.0 represents an important future development for businesses and deserves to be closely monitored. Since scientific research must precede practical activities, this study aims not only to determine the current level of preparedness, but also to predict the directions of action and acceleration to be initiated.

In particular, we want to identify the skills required of employees for this stage of development. Industry 5.0 offers companies enormous opportunities for process automation, cost reduction, and product quality improvement. Though the use of advanced sensors and interconnected systems, production processes can be fully optimised to achieve greater efficiency and productivity. The combination of artificial intelligence and machine learning methods helps with early problem detection and prompt countermeasures. A particular advantage is improved workforce management. By replacing manual processes with automation, companies can increase productivity without having to increase the number of employees [7, p.5]. This not only contributes to the creation of more attractive jobs, but may also lead to increased employee engagement. In addition, sensor technologies can

contribuie la crearea unor locuri de muncă mai atractive și duce la creșterea nivelului de implicare a angajaților [7, p.5]. În plus, senzorii pot contribui la îmbunătățirea condițiilor de lucru în timp real și la evitarea situațiilor critice.

Prin urmare, Industria 5.0 nu aduce beneficii doar companiilor, ci și angajaților. O producție orientată spre viitor, care se bazează pe tehnologii digitale, creează astfel mai multă reziliență și durabilitate în mediul de lucru. Companiile care se pregătesc, deja, investind în aceste evoluții tehnologice pun astfel bazele succesului pe termen lung și ale obținerii unui avantaj competitiv.

Totuși, inițial, am dorit să estimăm gradul de pregătire al businessului din Republica Moldova. Această abordare a fost motivată de necesitatea de a evalua nivelul de pregătire pentru tranziția către Industria 5.0, capacitatea de a răspunde unor provocări, adaptabilitatea la cerințele clienților, ce vor pleda pentru un business inovativ.

Diverse studii realizate la nivel global, precum și cercetarea personală desfășurată pe parcursul mai multor ani, au demonstrat că țările care primele vor adopta aceste inovații, vor maximiza eficiența, profitul și nu numai că vor deveni mai competitive, dar vor putea atinge poziții dominante la nivel mondial.

Noile tehnologii apărute pe piață au modificat profund modul în care oamenii gestionează mijloacele financiare. Transformarea digitală și dinamica sa uluitoare a schimbat dramatic comportamentul utilizatorilor și așteptările lor față de furnizorii de servicii financiare. În acest context, instituțiile sunt nevoite să își regândească modelele de business, urmărind scopul de a satisface nevoile financiare ale clienților. *Industria 4.0* – cunoscută drept a patra revoluție industrială – a introdus tehnologii „inteligente” precum inteligența artificială (AI), conectivitatea în cloud și analiza datelor în timp real, în lumea industriei și a producției. În centrul acestei revoluții s-au aflat: eficiența, productivitatea și dezvoltarea sistemelor ciber-fizice.

Într-o lume digitală, atragerea și păstrarea clienților este influențată de modul în care instituțiile creează valoare adăugată, sporind confortul și calitatea vieții cotidiene, dincolo de simplele tranzacții financiare. Companiile care interacționează mai intens cu clienții tind să beneficieze de mai multe oportunități de vânzare. Această abordare reprezintă cheia succesului marilor actori digitali, precum: Apple, Amazon, Alibaba și Google. Pe de altă parte, băncile sunt constrânse să implementeze schimbări radicale, poziționându-se ca un furnizor de soluții integrate în detrimentul furnizorului de produse și servicii financiare.

improve working conditions in real time and help prevent critical situations.

Therefore, Industry 5.0 benefits not only companies but also employees. Future-oriented production systems based on digital technologies creates greater resilience and sustainability within the working environment. Companies that are already preparing by investing in these technological developments are laying the foundations for long-term success and competitive advantage.

However, the initial aim of the study was to estimate the degree of preparedness of businesses in the Republic of Moldova. This approach was motivated by the need to assess the level of preparedness for the transition to Industry 5.0, the ability to respond to challenges, and adaptability to customer requirements, which will advocate for innovative businesses.

Various global studies, as well as author's own research conducted over several years, have shown that the countries that are the first to adopt these innovations will maximise efficiency and profit and will not only become more competitive but will also be able to achieve dominant positions at global level.

New technologies emerging on the market have profoundly changed the way people manage their financial resources. Digital transformation and its breathtaking dynamics have dramatically changed user behaviour and expectations of financial service providers. In this context, institutions are forced to rethink their business models with the aim of meeting the financial needs of their customers. Industry 4.0, known as the fourth industrial revolution, has introduced “smart” technologies such as artificial intelligence (AI), cloud connectivity, and real-time data analysis to the world of industry and manufacturing. At the heart of this revolution have been efficiency, productivity, and the development of cyber-physical systems.

In a digital world, attracting and retaining customers is influenced by how institutions create added value, enhancing comfort and quality of daily life beyond simple financial transactions. Companies that interact more intensely with customers tend to benefit from more sales opportunities. This approach is key to the success of major digital players such as Apple, Amazon, Alibaba, and Google. On the other hand, banks are forced to implement radical changes, positioning themselves as integrated solution providers rather than suppliers of financial products and services.

The fourth industrial revolution, *Industry 4.0*, was driven by smart technologies and manifested itself primarily between 2011 and 2020. In

A patra revoluție industrială – *Industria 4.0* – a fost alimentată de tehnologii inteligente și s-a manifestat, preponderent, în perioada anilor 2011-2020. De fapt, aceasta reprezintă la baza tuturor progreselor asociate *Industriei 5.0* și este, prin definiție, compusă din nouă „piloni” critici:

fact, it forms the basis for all the advances associated with Industry 5.0 and is, by definition, composed of nine critical “pillars”:



Figura 2. Pilonii Industriei 4.0/ Figure 2. The Pillars of Industry 4.0

Sursa: elaborată de autor în baza informațiilor [5]/

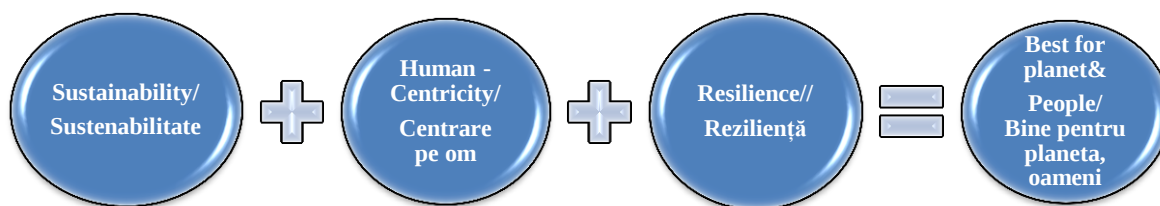
Source: developed by the author based on information [5]

Tehnologiile digitale (de exemplu, tehnologiile informației, telecomunicațiile, robotica, AI) remodelează oportunitățile economice pentru indivizi, companii și state la nivel global. Capacitățile îmbunătățite ale acestor tehnologii și adoptarea lor pe scară largă pot determina companiile să automatizeze anumite sarcini sau locuri de muncă sau să relocheze activitățile în alte regiuni. Aceste procese pot genera pierderi de locuri de muncă sau salarii, dar și schimbări semnificative în tiparele diverselor modele de business precum și ale comerțului global. De asemenea, aceste tehnologii creează oportunități pentru indivizi și întreprinderi: reduc costurile de tranzacție, facilitează conexiuni între firme, indivizi și piețe, permit inovarea și susțin îmbunătățirea productivității. [12]. Pe scurt, schimbările tehnologice vor afecta diferite întreprinderi, indivizi și economii în mod diferit, în funcție de nivelul lor de pregătire. Principiile fun-

Digital technologies (e.g., information technology, telecommunications, robotics, AI) are reshaping economic opportunities for individuals, companies, and countries globally. The improved capabilities of these technologies and their widespread adoption may lead companies to automate certain tasks or jobs or relocate activities in other regions. These processes can lead to job displacement or wage reductions, but also to significant changes in various business models and global trade patterns. These technologies also create opportunities for individuals and businesses: they reduce transaction costs, facilitate connections between companies, individuals, and markets, enable innovation, and support productivity improvements [12]. In essence, technological changes will affect different businesses, individuals, and national economies in different ways, depending on their level of preparedness. The fundamental principles underlying *Industry 5.0*

damentale pe care se bazează *Industria 5.0* sunt reflectate în schema dată: Sustenabilitate, pe reziliență și activitate centrată pe om.

are reflected in the diagram below: Sustainability, resilience, and human-centered activity.



Schema 1. Esența Industry 5.0/ Scheme 1. The essence of the industry 5.0

Sursa: [3]/ Source: [3]

Chintesența *Industriei 5.0* constă, de fapt, în atenția sporită față de oameni. Lucrătorul din *Industria 5.0* nu mai este perceput ca un cost, ci mai degrabă ca un capital de investiții, a cărui valoare trebuie echilibrată cu performanța financiară, astfel încât capitalul uman să fie valorizat și apreciat [3]. În acest context, EIT Manufacturing a elaborat o tipologie a opt proiecții viitoare ale profilurilor de lucru, vizând dezvoltarea de noi competențe ale angajaților, dar nu înlocuirea lor cu roboți [7, p.5]. Acestea conțin următoarele: operator super-rezistent (operator cu exoschelet); operator augmentat (operator în realitate augmentată); operator virtual (operator realitate virtuală); operator sănătos (operator monitorizat prin tracker); operator mai inteligent (operator asistat de un asistent personal inteligent); operator colaborativ (operator în interacțiune cu roboți); operator social (operator integrat în rețele sociale); operator analitic (operator specializat în analiza volumelor mari de date – big data analytics).

Paradigma *Industriei 5.0*, căreia Comisia Europeană i-a dedicat recent un raport conceptual de referință, se concentrează atât pe dezvoltarea unei industrii durabile, cât și pe o industrie centrată pe om și rezilientă: dimensiunea *centrată pe om* – prin utilizarea tehnologiilor, în primul rând, în beneficiul indivizilor, dimensiunea *durabilă* – prin faptul că nu dăunează mediului, iar dimensiunea *rezilientă* – prin contribuția la securitatea aprovizionării și dezvoltarea lanțurilor de aprovizionare autonome” [1,14-16]. Raportul Comisiei Europene evidențiază următoarele principii de bază:

- adoptarea unei abordări centrate pe om pentru dezvoltarea tehnologiilor digitale, inclusiv a inteligenței artificiale (propunerea de regulament privind IA);
- perfecționarea și recalificarea forței de muncă europene, în special în ceea ce privește competențele digitale (Agenda competențelor și Planul de acțiune pentru educația digitală);

The essence of *Industry 5.0* is, in fact, a greater focus on people. Workers in *Industry 5.0* are no longer seen as a cost, but rather as an investment, whose value must be balanced with financial performance so that human capital is valued and appreciated. [3] In this context, EIT Manufacturing has developed a typology of eight future projections of job profiles, aiming to develop new skills for employees, but not to replace them with robots [7, p.5]. These include the following: super-resilient operator (operator equipped with an exoskeleton); augmented operator (operator using augmented reality); virtual operator (operator using virtual reality); healthy operator (operator monitored by tracker technologies); smarter operator (operator assisted by an intelligent personal assistant); collaborative operator (operator interacting with robots); social operator (operator integrated into networks); and analytical operator (specialised in the analysis of large volumes of data – big data analytics).

The *Industry 5.0* paradigm, to which the European Commission recently dedicated a conceptual reference report, focuses both on the development of a sustainable industry and on a human-centred and resilient industry: the *human-centered dimension*, through the use of technologies primarily for the benefit of individuals, the *sustainable dimension*, through the fact that it does not harm the environment, and the *resilient dimension*, through its contribution to security of supply and the development of autonomous supply chains [1,14-16]. The European Commission report highlights the following basic principles:

- adopting a human-centered approach to the development of digital technologies, including artificial intelligence (proposed regulation on AI);
- upskilling and reskilling the European workforce, particularly in digital skills (Skills Agenda and Digital Education Action Plan);

- dezvoltarea unor industrii moderne, eficiente din punctul de vedere al utilizării resurselor și durabile și tranziția către o economie circulară (*Pactul Verde European*) [4, p.8-9];
- consolidarea unei industrii competitive la nivel global și lider mondial, accelerând investițiile în cercetare și inovare (Strategia industrială europeană).

Acest concept nu se îndepărtează de *Industry 4.0*, ci mai degrabă este o continuare și o reconfigurare a abordării dominate în principal de tehnologie a acesteia cu o nouă perspectivă și noi priorități.

Luând în considerare noile tendințe, ne-am propus să evaluăm tendința de inovare a economiei Republicii Moldova (RM). Analiza a fost inițiată prin identificarea poziției țării în cadrul *Global Innovation Index* și estimarea tendințelor țării. Pentru a avea o abordare comparativă mai amplă, analiza a fost extinsă prin raportarea la țările cu trecut economic similar, deși potențial de dezvoltare diferit.

- developing modern, resource-efficient and sustainable industries and transitioning to a circular economy (*European Green Deal*) [4, p.8-9];
- strengthening a globally competitive and world-leading industry by accelerating investment in research and innovation (European Industrial Strategy).

This concept does not stray far from *Industry 4.0*, but rather continues and reconfigures its mainly technology-driven approach with a new perspective and new priorities.

Taking into account the new trends, we set out to assess the innovation trend of the Moldovan economy. The analysis began by identifying the country's position in the Global Innovation Index and estimating the country's trends. In order to have a broader comparative approach, the analysis was extended by referring to countries with a similar economic background, although with different development potential.

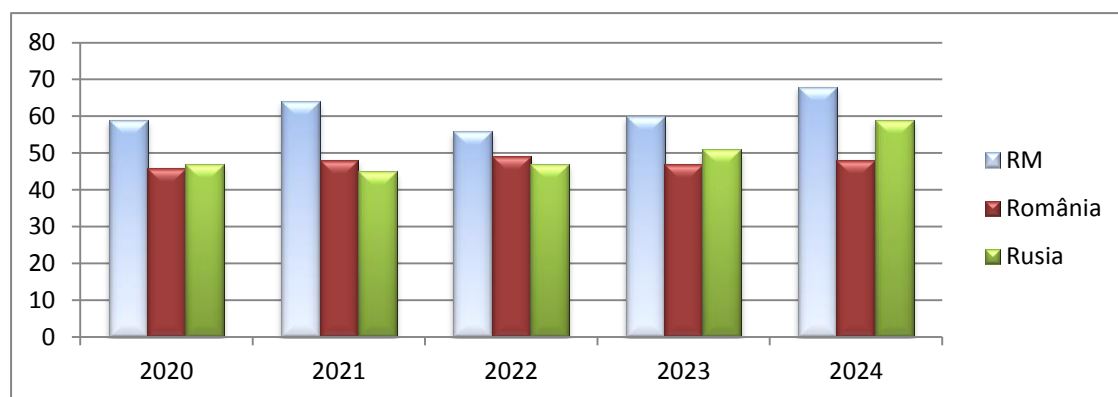


Figura 3. Poziția țărilor în raportul Global Innovation Index, pentru anii 2020-2024 (un punctaj înalt=loc mai mic în clasament)/ Figure 3. Countries' positions in the Global Innovation Index for 2020-2024 (high score = lower ranking)

Sursa: elaborată de autor în baza [10]/ **Source:** developed by the author based on [10]

Dacă analizăm datele din figura respectivă, observăm că cel mai înalt punctaj îl are Republica Moldova, fapt care îi conferă un loc modest în clasamentul din anul 2024, o poziție mai joasă comparativ cu anul 2021. Pentru comparație a fost selectată țara vecină, membră UE și o țară cu care Republica Moldova încă are legături sau, cel puțin, a avut anterior legături economice. Evident, țara vecină România înregistrează cel mai bun rezultat din acest clasament, iar Federația Rusă ocupă, de asemenea, o poziție mai bună decât RM, chiar dacă se află stare de război. Una din explicațiile enunțate frecvent de guvernare, potrivit căreia poziția înregistrată de Republica Moldova, este determinată de războiul din regiune, nu prea explică realitatea. De fapt, considerăm acest indice ar trebui

If we analyse the data presented in the figure, we see that the Republic of Moldova has recorded the highest score in 2024, which gives it a modest place in the year's ranking, a lower position compared to 2021. For comparison, we picked a neighbouring EU country that Moldova still has ties with, or at least used to have economic ties with. Obviously, neighbouring Romania has the best result in this ranking, and Russia also ranks higher than Moldova, despite currently being engaged in war. One of the explanations frequently given by the government, according to which Moldova's position is determined by the war in the region, does not really explain the reality. In fact, we believe that Moldova's index score should be better, because some of the young people in

să fie mai bun, deoarece o parte dintre tinerii din Ucraina, antrenați în domeniu inovațional, se află la moment în Republica Moldova.

Luând în considerație scorul obținut în 2025, am dorit să analizăm situația mai detaliat, pentru a identifica cauzele care au generat scăderi mai pronunțate.

Ukraine who are trained in the field of innovation are currently residing in Moldova.

Taking into account the score obtained in 2025, we wanted to analyse the situation in more detail to identify the causes that led to more pronounced declines.

Tabelul 2/ Table 2

**Evoluția poziției Republicii Moldova în Global Innovation Index, pe ani/
Evolution of Moldova's position in the Global Innovation Index, by year**

Anii/ Years	Poziția, ratingul/ Position, rating	Intrări de inovație/ Input of innovation	Ieșiri ale inovației/ Output of innovation
2020	59th	75th	48th
2021	64th	80th	54th
2022	56th	78th	46th
2023	60th	81st	50th
2024	68th	80th	57th
2025	74th	89th	62th

Sursa: [10]/ **Source:** [10]

Din datele expuse în tabel, observăm scăderi la nivelul intrărilor de inovație, în special, în ceea ce privește adoptarea de tehnologii, nivelul de robotizare, productivitatea muncii, indicele demografic, precum și adoptarea tehnologiei 5G și interconectivitatea aferentă acestora, alături de alte tehnologii disruptive.

Reieșind din aceste date, am încercat să analizăm în comparație unele poziții incluse în acest clasament, precum: sofisticarea pieței, sofisticarea businessului, outputurile inovaționale bazate pe cunoaștere, precum și outputurile creative, deoarece aceste poziții reflectă mai bine capacitatea de absorbție și de producere al inovațiilor.

From the data presented in the table, we observe declines in innovation inputs, particularly in terms of technology adoption, robotisation, labour productivity, demographic dynamics, and the uptake and interconnectivity of 5G technology, along with other disruptive technologies.

Based on this data, we tried to analyse some of the positions included in this ranking, such as market sophistication, business sophistication, knowledge-based innovation outputs, and creative outputs, as these positions better reflect the capacity to absorb and produce innovations.

Tabelul 3/ Table 3

**Benchmarking pe unele poziții ale Indicelui Global al Inovării, anul 2024 (2025)/
Benchmarking on some positions of the Global Innovation Index, 2024 (2025)/**

Valoarea Medie/ Average value	Sofisticarea pieței/ Sophistication market	Sofisticarea Businessului/ Sophistication business	Ieșiri bazate pe cunoaștere/ Output knowledge	Outputuri creative/ Creative outputs
Top 10 țări inovative/ Top 10 innov.country	62.12	63.64	57.29	56.54
Europa/ Europe	42.79	42.68	36.30	39.15
Poziția superioară țărilor mediu inovative/ The top position of moderately innovative countries	32.91	27.69	20.61	24.35
Republica Moldova/ Republic of Moldova (2024)	33.33	19.71	21.19	31.47
Republica Moldova/ Republic of Moldova (2025)	31,8	18,3	20,9	25,7

Sursa: elaborat de autor [10]/ **Source:** developed by the author [10]

Cele mai mari decalaje se înregistrează la poziția privind sofisticarea businessului. Poziția dată indică faptul că nu sunt acoperite, de fapt, necesitățile pieței locale, deși piața are un nivel relativ ridicat de sofisticare, iar businessul local nu acoperă corespunzător această cerere. Cu toate acestea, practic nu se înregistrează finanțări pentru start-upuri scalabile. În general, în Republica Moldova se observă o reticență față de nou și față de asumarea riscului. De asemenea, situația nu este satisfăcătoare nici în ceea ce privește producerea produselor bazate pe cunoaștere. Totuși, încadrăm această analiză în contextul unui viitor digital pentru Republica Moldova, luând în considerare cel puțin perioada până în anul 2030. Acest lucru se datorează faptului că amploarea digitalizării economiei – și a fiecărei ocupații – va continua să crească probabil doar în deceniile următoare, iar viitorul forței de muncă este deja, în mare parte determinat. Deci, altfel spus, Republica Moldova urmează să se orienteze, cel puțin, spre atingerea pilonilor *Industriei 4.0*.

Fiind o economie mică și deschisă, cu o populație în scădere, Republica Moldova ar trebui să ia în considerare pașii care urmează, forța de muncă – atât cea actuală, cât și cea viitoare – precum și mediul de afaceri, în contextul unui viitor bazat pe digitalizarea diferitor ramuri ale economiei, cât și pe dezvoltarea sistemelor de tip e-guvernare. Este dificil de prezis cu certitudine care vor fi tendințele din industria IT în anul 2030, deoarece industria este în continuă evoluție, iar tehnologiile avansează mereu. Cu toate acestea, unele tendințe care apar în prezent sau care se așteaptă să își intensifice amploarea în următorii ani includ: **Inteligența artificială și învățarea automată.** Se așteaptă că aceste tehnologii să continue să avanseze și să fie integrate în mai multe industrii și aplicații. **Cloud computing:** Se preconizează că utilizarea serviciilor și a infrastructurii bazate pe cloud va continua să crească, pe măsură ce întreprinderile caută să sporească agilitatea, scalabilitatea și rentabilitatea. **Munca la distanță și transformarea digitală:** Pandemia a accelerat tranziția către munca la distanță și adoptarea instrumentelor și proceselor digitale. Se preconizează că această tendință va continua în anii următori, pe măsură ce întreprinderile caută să crească eficiența și să se adapteze la condițiile de piață în continuă schimbare. **Blockchain:** Utilizarea tehnologiei blockchain va continua să se extindă, în special, în domeniile precum: gestionarea lanțului de aprovizionare, serviciile financiare și securitatea datelor. Acestea sunt doar câteva exemple de tendințe care ar putea modela industria IT în anul 2030 și ulterior. Dacă analizăm nivelul de pregătire al țărilor pentru

The largest gaps are recorded in terms of business sophistication. This indicates that local market needs are not being fully met, even though the market has a relatively high level of sophistication and local businesses are not adequately meeting this demand. However, there is virtually no funding for scalable start-ups. In general, there is a reluctance in the Republic of Moldova to embrace the new and take risks. The situation is also unsatisfactory in terms of the production of knowledge-based products. However, we place this analysis in the context of a digital future for the Republic of Moldova, considering at least the period up to 2030. This is because the scale of the digitisation of the economy, and of every occupation, is likely to continue to grow in the coming decades, and the future of the workforce is already largely determined. In other words, the Republic of Moldova is set to move towards achieving the pillars of *Industry 4.0*, at the very least.

As a small, open economy with a declining population, the Republic of Moldova should consider the next steps, the workforce, both current and future, and the business environment, in the context of a future based on the digitisation of various sectors of the economy and the development of e-government systems. It is difficult to predict with certainty what the trends in the IT industry will be in 2030, as the industry is constantly evolving and technologies are always advancing. However, some trends that are currently emerging or are expected to intensify in the coming years include: **Artificial intelligence and machine learning.** These technologies are expected to continue to advance and be integrated into multiple industries and applications. **Cloud computing:** The use of cloud-based services and infrastructure is expected to continue to grow as businesses seek to increase agility, scalability, and cost efficiency. **Remote work and digital transformation:** The pandemic has accelerated the transition to remote work and the adoption of digital tools and processes. This trend is expected to continue in the coming years as businesses seek to increase efficiency and adapt to changing market conditions. **Blockchain:** The use of blockchain technology will continue to expand, particularly in areas such as supply chain management, financial services, and data security. These are just a few examples of trends that could shape the IT industry in 2030 and beyond. If we analyse the level of preparedness of countries to assimilate the opportunities offered by these developments, the Republic of Moldova ranks as a country with relatively high skills but limited opportunities. This situation is largely due to the

asimilarea oportunităților oferite de aceste evoluții, Republica Moldova se clasifică ca fiind un stat cu competențe relative ridicate, dar cu oportunități reduse. Această situație este determinată, în mare parte, de nevalorificarea adecvată a potențialului existent, în special, în ce privește utilizarea noilor tehnologii de frontieră în economie.

failure to adequately exploit existing potential, particularly with regard to the use of new frontier technologies in the economy.

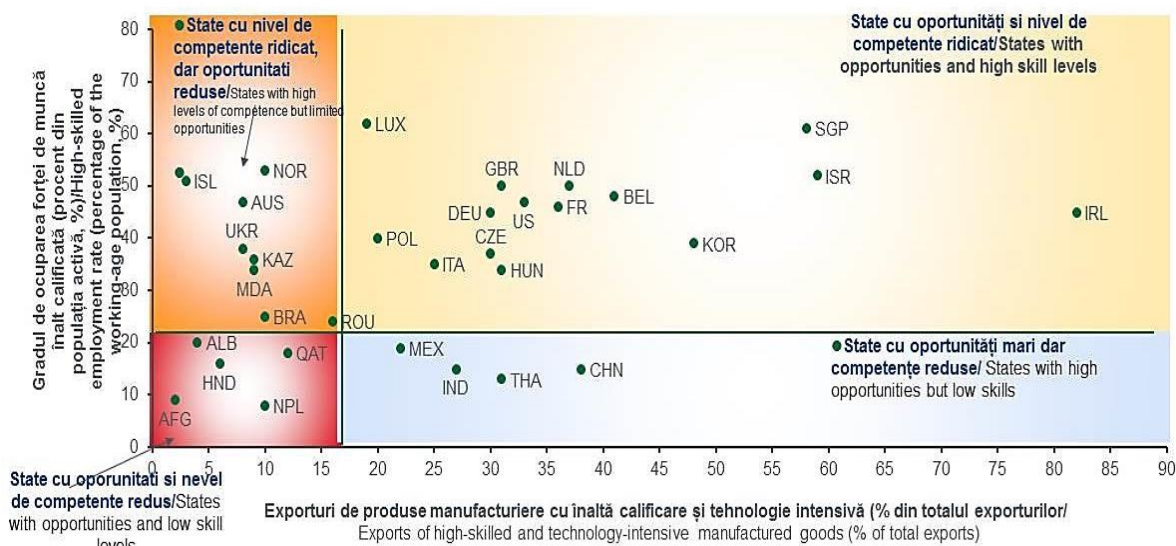


Figura 4. Nivelul de pregătire al țărilor pentru asimilarea oportunităților industriei bazate pe tehnologia 4.0/ Figure 4. The level of preparedness of countries to assimilate the opportunities of industry based on 4.0 technology

Sursa: elaborată de autor [11]/ Source: developed by the author [11]

Am dorit, de asemenea, să constatăm dacă există o legătură dintre nivelul de inovare și cel de competitivitate, respectiv în ce măsură țările inovative sunt și competitive la nivel global.

We also wanted to see if there is a link between the level of innovation and competitiveness, and to what extent innovative countries are also competitive globally.

Tabelul 4/ Table 4

**Țările lider în inovare și competitivitate pentru anul 2025/
Leading countries in innovation and competitiveness for 2025**

Poziția/ Position	Clasamentul țărilor după indicele global de inovare 2025/ Ranking of countries by global innovation index 2025	Clasament Global țărilor după competitivitate/ Global ranking of countries by competitiveness
1.	Elveția/ Switzerland	Elveția/ Switzerland
2.	Suedia/ Sweden	Singapore/ Singapore
3.	SUA/ USA	Hong Kong/ Hong Kong
4.	Republica Coreea/ Republic of Korea	Danemarca/ Denmark
5.	Singapore/ Singapore	UAE/ UAE
6.	Marea Britanie/ Great Britain	Taiwan/ Taiwan
7.	Finlanda/ Finland	Irlanda/ Ireland
8.	Olanda/ Netherlands	Suedia/ Sweden
9.	Danemarca/ Denmark	Qatar/ Qatar
10.	China/ China	Olanda/ Netherlands

Sursa: elaborat de autor în baza rapoartelor [10]/ Source: developed by the author based on reports [10]

Din datele prezentate în tabel se vede clar că, practic, țările inovative sunt, la moment, și competitive la nivel global. La nivelul UE, în ambele clasamente se regăsesc Suedia, Olanda, Danemarca și Finlanda, practic tot nordul Uniunii Europene.

La nivel global, în ambele clasamente regăsim SUA și China. Dorim să menționăm faptul că și cercetarea, brevetarea în aceste țări sunt axate pe dezvoltarea tehnologiilor de frontieră.

From the data presented in the table, it is clear that the countries which are currently the most innovative also tend to be globally competitive. At EU level, Sweden, the Netherlands, Denmark, and Finland, practically the entire northern part of the European Union, are found in both rankings.

At the global level, both rankings include the US and China. We would like to mention that research and patenting activity in these countries are also focused on the development of frontier technologies.

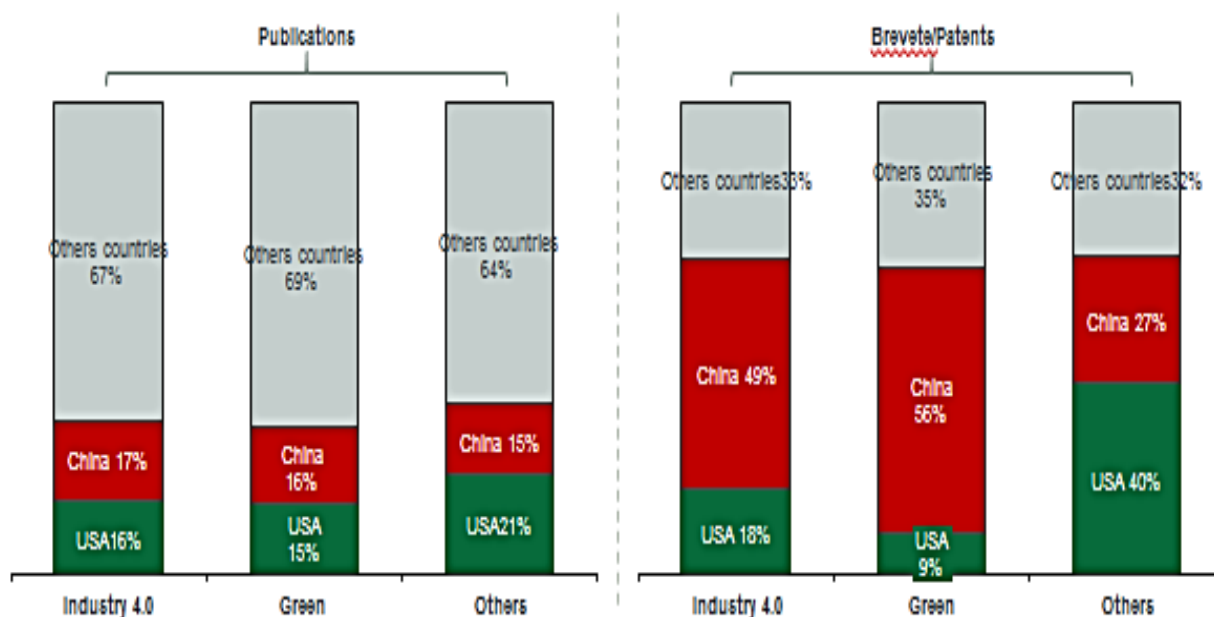


Figura 5. Ponderea țărilor în publicații și brevete în tehnologii de frontieră, %/
Figure 5. Share of countries in publications and patents in frontier technologies, %

Sursa: elaborată de autor în baza [11]/

Source: developed by the author based on [11]

O analiză mai detaliată a domeniilor cu cele mai multe brevete de invenții arată că inteligența artificială (IA), energia fotovoltaică și hidrogenul verde dețin o pondere semnificativă și demonstrează un nivel ridicat de maturitate tehnologică. În ultimii ani se observă o orientare mai pronunțată către tehnologii cu un grad înalt de dezvoltare, precum 5G, Big Data, blockchain și IoT.

Aceasta reprezintă doar începutul brevetării și cercetării tehnologice. Viitorul le aparține, iar cercetarea economică va fi orientată asupra efectelor pe care acestea le au asupra societății.

A more detailed analysis of the fields with the highest number of invention patents shows that AI, photovoltaic energy, and green hydrogen account for a significant share and demonstrate a high level of technological maturity. For several years now, there has been an increasingly pronounced shift towards technologies such as 5G, Big Data, Blockchain, and the Internet of Things (IoT).

This is just the beginning of the patenting and research activities associated with these technologies. The future belongs to them, and economic research will increasingly focus on their effects on society.

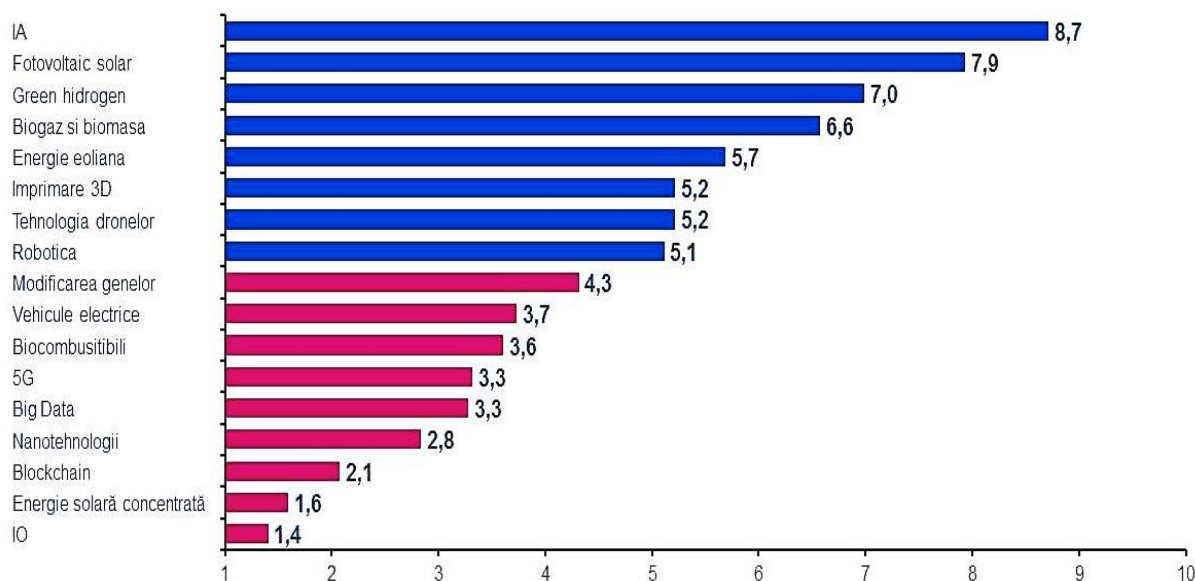


Figura 6. Maturitatea brevetelor tehnologiilor de frontieră/

Figure 6. Maturity of frontier technology patents

Sursa: elaborată de autor în baza [11]/

Source: developed by the author based on [11]

Concluzii

Din studiul prezentat pot fi formulate unele concluzii, precum și înaintate propuneri ce ar fi oportun de valorificat. Nivelul de inovare actual, precum și tendințele în economia Republicii Moldova lasă de dorit, cu preponderență în ce privește aplicabilitatea tehnologiilor. Se înregistrează o descreștere a nivelului de sofisticare a businessului și din cauza utilizării moderate al tehnologiilor de frontieră.

Din cauza nivelului relativ scăzut de sofisticare a pieței, mediul de afaceri nu valorifică pe deplin competențele pe care le avem, la nivel de țară.

În prezent este elaborată Strategia de specializare inteligentă, dar care nu este suficientă pentru implementarea pe scară largă a tehnologiilor viitorului. Ar fi binevenită, în acest context, și elaborarea unor strategii dedicate pentru IA, blockchain și Web 3.

Se impune adoptarea unor măsuri concrete, precum: orientarea finanțării spre start-upuri inovative cu potențial scalabil la nivel regional, organizarea de workshopuri pentru întreprinderi, privind posibilitățile oferite de noile tehnologii, precum și finanțarea participării la expoziții inovative, altfel riscăm ca Republica Moldova să rămână cea mai săracă țară din UE, din punct de vedere economic. Aplicarea tehnologiilor sus numite ar permite creșterea productivității muncii, sporirea valorii adăugate și obținerea unei rentabilități economice mai înalte. A fi inovativ înseamnă a avea o

Conclusions

Based on the presented study, a number of conclusions can be drawn and proposals can be formulated for further action. The current level of innovation and emerging trends in the Moldovan economy are lacking, especially with regard to the application of advanced technologies. The level of business sophistication has declined, largely due to the moderate use of cutting-edge technologies.

Because of the relatively low level of market sophistication, the business environment does not take full advantage of the skills available within the country.

While a Smart Specialisation Strategy is currently being developed, it is insufficient for the large-scale implementation of future technologies. In this context, the development of dedicated strategies for AI, blockchain, and Web 3 would be highly beneficial.

Concrete measures must therefore be undertaken, such as directing funding towards innovative start-ups with potential for regional scalability, organising workshops for businesses on the opportunities offered by new technologies, and funding participation in innovative exhibitions and events.

Otherwise, Moldova risks remaining the poorest EU country in economic terms. The adoption and application of the aforementioned technologies would increase labour productivity, enhance value-add, and achieve higher economic returns. Having a resilient and sustainable economy means

economie rezilientă și sustenabilă; alternative reale nu există. În prezent, **a fi inovativ este sinonim cu a fi competitiv**.

RE: articol realizat în cadrul programului instituțional, **subprogram de cercetare 030101 „Fortificarea rezilienței, competitivității și durabilității economiei Republicii Moldova în contextul procesului de aderare la Uniunea Europeană”**.

being innovative; there are no real alternatives. At present, **being innovative is synonymous with being competitive**.

RE: article produced as part of the institutional program, research **subprogram 030101 “Strengthening the resilience, competitiveness, and sustainability of the Moldovan economy in the context of the European Union accession process”**.

Bibliografie/ Bibliography:

1. BREQUE, Maija; Lars DE NUL and Athanasios PETRIDIS. *Industry 5.0: towards a sustainable, human-centric and resilient European industry*. Online. 2021. Disponibil https://research-and-innovation.ec.europa.eu/knowledge-publications-tools-and-data/publications/all-publications/industry-50-towards-sustainable-human-centric-and-resilient-european-industry_en [accesat 2025-10-14].
2. CHRISTENSEN, Clayton. *The Innovator's Dilemma and The Innovator's Solution, Disrupting Class, The Innovator's Prescription, The Innovative University and most recently, How Will You Measure Your Life?*. Harvard Business School Press, 1997. ISBN 0-06-662069-4.
3. CUEVAS, César. *Bridging Sustainability, Human-Centricity, and Resilience in the Next Industrial Era*. Online. 2025. Disponibil: <https://bridges5-0.eu/a-tale-about-industry-5-0/> [accesat 2025-11-07].
4. EUROPEAN COMISION. *Industry 5.0. What this approach is focused on, how it will be achieved and how it is already being implemented*. Online. 2024. Disponibil: https://research-and-innovation.ec.europa.eu/research-area/industrial-research-and-innovation/industry-50_en [accesat 2025-11-22].
5. GILLICH, Edwald-Viktor și Marian MOCANCEI. Nouă piloni ai noii revoluției industry-4.0. In: *A 17-a conferință internațională – multidisciplinară “Profesorul Dorin Pavel – fondatorul hidroenergeticii românești”*. Online. Sebeș, 2017. Disponibil: <http://stiintasiinginerie.ro/wp-content/uploads/2017/05/10> [accesat 2025-10-02].
6. ASHFORD, Nicholas A. and Ralph P. HALL. The Importance of Regulation-Induced Innovation for Sustainable Development. *Sustainability*. Online. 2011, vol. 3, no. 1, pp. 270-292. Disponibil: <https://doi.org/10.3390/su3010270> [accesat 2025-11-22].
7. PISANIUC, M. Technological innovations and their impact on higher economic skills and studies: realities and perspectives. *International Journal of Scientific Research and Management*. Online. 2023, no. 11, pp. 5335-5343. Disponibil: <https://ibn.idsi.md/ssrn.com> [accesat 2025-10-14].
8. PISANIUC, M. and V. PRODAN. Disruptive innovations and their impact on the global economy. In: *Sworld-Us Conference Proceedings*. Online. 2024, no. 1(usc25-00), pp. 33-40. Disponibil: <https://doi.org/10.30888/2709-2267.2024-25-00-007> [accesat 2025-10-04].
9. BAWANY, Sattar. *Transforming the Next Generation Leaders: Developing Future Leaders for a Disruptive, Digital-Driven Era of the Fourth Industrial Revolution (Industry 4.0)*. Online. New York: Business Expert Press, 2019. ISBN 9781949443042. Disponibil: <https://www.scribd.com/document/974513082/Transforming-the-Next-Generation-Leaders-Developing-Future-Leaders-for-a-Disruptive-Digital-Driven-Era-of-the-Fourth-Industrial-Revolution-Industry> [accesat 2025-09-15].
10. WIPO. *Benchmark of Republic of Moldova against other economy groupings for each of the seven areas of the GII Index*. Online. 2025. Disponibil: <https://www.wipo.int/gii-ranking/en/republic-of-moldova/section/benchmark> [accesat 2025-11-17].
11. UNCTAD. *Technology and Innovation Report 2021*. Online. Disponibil: www.unctad.org [accesat 2025-09-12].
12. *Innovation de rupture alimenter la nouvelle economie*. Online. 2025. Disponibil: <https://fastercapital.com/fr/contenu/Innovation-de-rupture---alimenter-la-nouvelle-economie.htm> [accesat 2025-10-03].
13. *Industry 5.0 Vs Industry 4.0: How to Transform Your Manufacturing Business*. Online. 2025. Disponibil: <https://bhi-consulting.com/en/industry-5-0-vs-industry-4-0-how-to-transform-your-manufacturing-business/> [accesat 2025-11-14].