

De la cibernetică la meta - guvernanță
Fundamentul românesc al tehnologiilor cuantice și AI

Index Academic, 2025, <https://www.indexacademic.ro/pdf/de-la-cibernetica-la-meta-guvernanta/>

ABSTRACT

Acest articol analizează tranziția accelerată de la guvernanta clasică la guvernanta tehnologică și, ulterior, la conducerea prin tehnologie, un model emergent de decizie simbiotică, în care omul și tehnologia cooperează pentru optimizarea proceselor strategice, sociale și economice.

În acest context, sunt explorate patru teze fundamentale privind trecerea de la economia digitală la economia virtuală și imersivă, cu implicații pentru cercetarea interdisciplinară în IT&C, științe fundamentale și guvernanta.

1. **Transformarea tehnologică** reprezintă o etapă intermediară între economia digitală și era tehnologiei virtuale și imersive, tranziție facilitată de tehnologiile emergente.
2. **Provocările tranziției** sunt determinate de creșterea necesarului energetic, de limitările actualei puteri de calcul în raport cu Big Data și de capacitatea codului și algoritmilor digitali de a genera noi paradigme de inovație.
3. **Tehnologiile emergente**, în special inteligența artificială și tehnologiile cuantice, necesită procese de stabilizare prin cercetare profundă (DeepTech), ca formă de reîntoarcere la cercetarea fundamentală (teoretică și aplicată).
4. În zona cercetării fundamentale, a ipotezelor și modelelor prime, regăsim contribuțiile a trei **cercetători români**: Ștefan Odobleja, Grigore Moisil și Mircea Malița ale căror modele și concepte științifice, relevante pentru tehnologii precum AI, logica multivalentă sau teoria sistemelor, sunt de actualitate.

Cuvinte cheie

guvernanta digitală, diplomație tehnologică, AI, quantum computing, DeepTech, cercetare, România, precursor cibernetică, Ștefan Odobleja, Grigore Moisil, Mircea Malița

Pe măsură ce economia globală evoluează dinspre economia digitală (1995–2025) către o economie virtuală și imersivă (2030–2050) prin implementarea tehnologiilor emergente (AI, IoT, blockchain, quantum computing, edge computing, rețelele 6G–10G etc), acestea transformă treptat guvernanta clasică în guvernanta digitală, deschizând calea către forme de conducere prin tehnologie.

Guvernanta clasică a construit un ansamblu de procese, reguli, instituții și mecanisme prin care o organizație, un stat sau o comunitate este condusă, controlată și responsabilizată. Guvernarea statului (legi, instituții, alegeri), Guvernanta corporativă (board, reguli interne, audit) sau Guvernanta universitară sunt doar cateva exemple care împărtășesc valorile comune guvernantei clasice: transparență, responsabilitate, control și distribuția puterii.

În prezent, în plină tranziție digitală, se conturează o subdiviziune a guvernantei clasice: **guvernanta digitală**, care privește crearea, utilizarea și reglementarea tehnologiilor și a impactului acestora asupra societății, economiei și organizațiilor.

Domeniul aflat la intersecția dintre tehnologie, etică, drept și politici publice include: reglementarea inteligenței artificiale (AI Act), protecția datelor (GDPR), securitate cibernetică

(NIS2), reglementări pentru rețele 5G, drone, criptomonede și biotehnologie, precum și viitoarele cadre privind tehnologiile emergente (quantum computing, metavers, calcul biologic etc).

Transformarea digitală marchează doar o etapă de tranziție, nu destinația finală, între economia digitală și economia virtuală și imersivă. În orizontul 2030–2050, se conturează o lume în care decizia este co - produsă de om și tehnologie, nu doar reglementată. Această etapă definește o **meta - guvernanta**, unde tehnologia devine însăși infrastructura deciziei, iar puterea de calcul cuantic, securitatea informațională, datele și AI-ul nu mai sunt simple instrumente, ci **valori conducătoare**.

Exemple precum metavers - urile operaționalizate sau enclavele Smart City ilustrează emergența unor spații conduse prin tehnologie.

Realizarea și sustenabilitatea acestor structuri necesită însă cantități mari de energie, o putere de calcul superioară și o regândire a paradigmatelor actuale de programare și algoritmică.



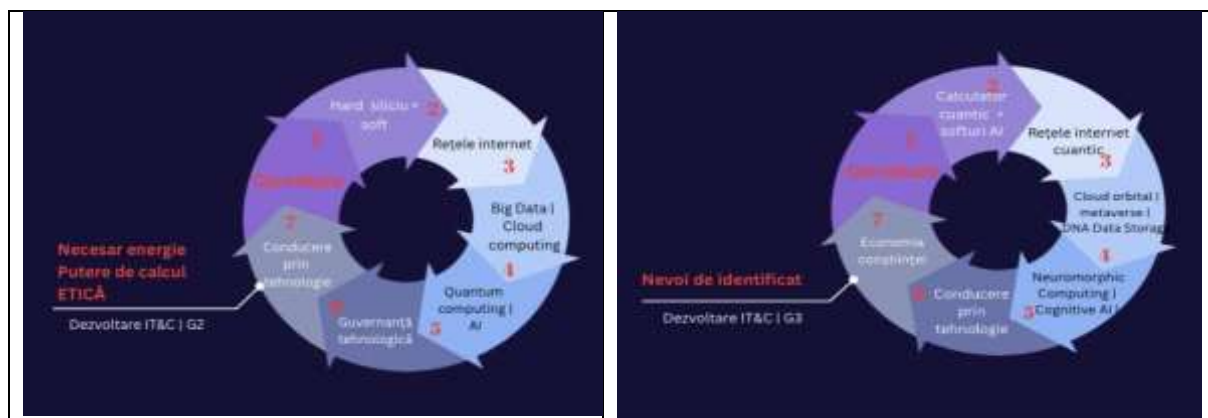
În fața acestor provocări una dintre soluțiile explorate este: **întoarcerea la cercetarea fundamentală**, care permite regândirea ipotezelor și modelelor prime într-o realitate extinsă, pentru generarea de noi valuri de inovație.

Organizațiile mondiale, guvernele și companiile stimulate de **factori constrângători** (strategiile R&D, competiția tehnologică globală) și **factori favorizanți** (fondurile, facilitățile R&D și rapiditatea transferului tehnologic) și-au amplificat interesul, bugetele și implicarea în cercetarea teoretică și aplicată cu transfer tehnologic rapid. Iar ecosistemele de tip start-up business (locale, naționale sau regionale) reproduc cu succes modelul Silicon Valley.

Tehnologiile emergente actuale sunt rezultatul acestor investiții, însă pentru a trece la următorul nivel de dezvoltare este necesară **stabilizarea** lor prin DeepTech, un ansamblu de activități bazate pe cercetare fundamentală și descoperiri în fizică avansată, biotehnologii, nanomateriale, inginerie cuantică și neuroștiințe.

Observăm astfel că dezvoltarea IT&C se desfășoară într-un ciclu continuu: **Cercetare** → hardware & software → rețele → date → spații de stocare → procesare → generații de tehnologii integrate → guvernanta tehnologică → modele de conducere prin tehnologie → revenire la **cercetarea fundamentală**, pentru a face saltul la următorul nivel de inovație.

Spre exemplificare diagramele de mai jos prezintă ciclul IT&C aplicat pe două generații de dezvoltare: **G1** (digitală) și **G2** (virtuală).



Contribuțiile cercetătorilor români la ciclul de dezvoltare IT&C de generație 1 și 2

Revenirea la fundamentele ciberneticii, informaticii și logicii evidențiază contribuția a trei cercetători români vizionari ai tehnologiilor moderne: **Ștefan Odobleja, Grigore Moisil, Mircea Malița**.

Tehnologii cuantice

Deși cei trei nu au contribuit tehnic la fizica sau mecanica cuantică, conceptele lor descriu analogii relevante:

- **Odobleja**: autoreglare, feedback, echilibru — analogii cu dinamica sistemelor cuantice.
- **Moisil**: logica multivalentă — deschiderea către stări multiple, conceptual similar modulului în care qubiții coexistă probabilistic în stări suprapuse.
- **Malița**: modelarea incertitudinii și scenariilor complexe — idee convergentă cu probabilitățile și indeterminismul cuantic.

Inteligență artificială

Aici contribuțiile sunt directe, substanțiale și cu potențial deschis de explorare spre noi inovații:

- **Odobleja**: precursor al ciberneticii și AI prin teoria feedbackului, modele cognitive și sisteme autoreglate — fundament pentru AI adaptivă.
- **Moisil**: logica polivalentă, logica fuzzy, circuite automate, limbaje formale — contribuții majore la AI simbolică, robotică, sisteme expert și NLP.
- **Malița**: aplicații ale teoriei jocurilor, modele decizionale, scenarii predictive — fundament pentru AI decizională, agent-based modeling și AI socială.

Guvernanță și conducere prin tehnologie

Dacă astăzi discursul public este uneori sceptic în ceea ce privește conducerea prin tehnologie, cei trei cercetători români aduc argumente științifice relevante pentru rolul ei pozitiv:

- **Odobleja**: etica sistemelor și rolul tehnologiei ca suport al binelui comun — anticipare a guvernanței algoritmice.
- **Moisil**: știința ca sistem colaborativ — model pentru infrastructurile open-source și guvernanța cunoașterii.
- **Malița**: pionier în diplomatie tehnologică, modele predictive, guvernanță algoritmică și cooperare globală bazată pe tehnologie.

Observăm deja că negocierile economice și geopolitice contemporane implică pe lângă active tradiționale (teritorii și schimb de mărfuri) și active IT&C: baze de date, putere de calcul, infrastructuri digitale, rețele, viteză de distribuție, algoritmi și tehnologii avansate; iar resursele critice, precum mineralele rare, devin fundamentale pentru energia viitorului, calculul performant și inovația algoritmică. De aceea și vechile abilitățile și principii de business, guvernanță și diplomatie sunt înlocuite de unele noi.

Tabelul următor compară și sintetizează evoluția a trei forme de guvernanță: guvernanță clasică, guvernanță digitală și conducerea prin tehnologie, toate deja vizibile în mediul administrativ și economic contemporan.

Guvernare clasică	Guvernare digitală / AI / cuantum / cyber	Conducerea prin tehnologie
• instituții și companii tradiționale	• guverne și companii aflate în transformare digitală	• companiile moderne cu lideri vizionari
• majoritatea instituțiilor și companiilor	• arii: IT, finanțe - bănci, telecom, energie și administrație digitală	• companii care dezvoltă tehnologii și leadership emergent: IoT, AI, blockchain quantum computing, Metaverse
• pune accent pe conformitate, raportare financiară, control intern și etică organizațională	• guvernarea devine tehnologică, data - centrică și algoritmică	• tehnologia nu mai este guvernată, ci devine instrumentul principal de conducere
• tehnologia este tratată ca instrument de suport, nu ca mecanism de guvernare	• nu mai separă tehnologia de management • procesele de decizie sunt augmentate de date, analytics și algoritmi; • securitatea cibernetică și AI-ul sunt integrate în modelul de guvernare, nu adăugate ulterior	• Leadership augmentat de AI deciziile strategice asistate de algoritmi transparenți. • Cyber - leadership securitatea devine fundamentul încrederii și al valorii de brand. • Digital - ethics leadership tehnologia este ghidată de principii, nu doar de profit
• companii care implementează ESG și alte legi pentru conformitate	• au implementat forme de tehnologii integrate și se aliniază la întreaga guvernare digitală necesară: AI, date, securitate, rețele 5G, drone, criptomonede etc.	• nereglementate încă
• Board-uri clasice unde roluri ca: Chief Digital Officer sau Chief Information Security Officer, lipsesc sau sunt secundare	• au comitete sau comisii dedicate de tipul: AI ethics boards Digital risk committees Data governance frameworks	• DeepMind (Google), OpenAI, Tesla – deciziile executive sunt parțial AI augmentate • Dubai și Singapore – conducere publică prin AI governance frameworks operative
• guvernarea și tehnologia există, dar nu sunt îmbinate strategic	• guvernarea devine tehnologică și orientată pe date, interoperabilitate, reziliență	• meta - guvernare: tehnologia devine însăși infrastructură deciziei • securitatea, datele și AI-ul nu mai sunt instrumente, ci valori conducătoare
• conducere reactivă, nu anticipativă	• conducere anticipativă	• conducerea devine simbiotică – om + tehnologie = sistem de decizie inteligentă

CONCLUZII

Tranziția actuală confirmă că asistăm nu doar la o evoluție tehnologică, ci la o transformare profundă a modului în care societățile produc cunoaștere, administrează resurse și iau decizii. Transformarea digitală este o etapă intermediară, iar DeepTech devine esențial pentru maturizarea tehnologiilor emergente.

Economia viitorului va depinde de integrarea etică, strategică și responsabilă a tehnologiilor avansate în guvernanta și în arhitecturile organizaționale. Progresul nu va fi liniar, ci va avansa în cicluri - etalon susținute de revenirea la cercetarea fundamentală, clarificarea direcțiilor de dezvoltare, armonizarea tehnologiilor și recalibrarea relației om – sistem artificial.

Modelele formulate de Odobleja, Moisiu și Malița rămân referințe pentru arhitecturile tehnologice moderne, inclusiv pentru AI, logica multivalentă, sistemele complexe, calculul biologic și meta - guvernanta digitală. Diplomația tehnologică — anticipată încă din secolul trecut — va deveni, probabil, unul dintre marile domenii strategice ale viitoarelor decenii.

Privind spre viitor, întoarcerea la cercetarea fundamentală nu este un pas înapoi, ci o condiție necesară pentru a scala tehnologia, cunoașterea și chiar conștiința. Iar prin această reîntoarcere putem construi nu doar tehnologii mai puternice, ci și o formă nouă și elegantă de diplomație tehnologică capabilă să creeze, încă de astăzi, o lume viitoare în care să ne placă să trăim ca umanitate.



Diana Nițescu

PhD Researcher

Universitatea Politehnică București

Facultatea de Antreprenoriat, Ingineria și Managementul Afacerilor

Diana Nițescu are o experiență profesională de 22 de ani în companii din sectorul energetic, dublată de specializări în business innovation, leadership de board și un doctorat în securitate cibernetică, în derulare. Activitatea sa este centrată pe dezvoltarea de soluții digitale de guvernanta cibernetică, pentru organizațiile aflate în procesul de conformare la reglementările europene (GDPR, NIS2, CRA, CSA, AI Act).

BIBLIOGRAFIE

1. Ashby, W. R. (1956). An introduction to cybernetics. Chapman & Hall.
2. Ball, M. (2022). The metaverse: And how it will revolutionize everything. W. W. Norton.
3. Bădescu, I. (2000). Ștefan Odobleja: Precursor al ciberneticii. Editura Academiei Române.
4. Bostrom, N. (2014). Superintelligence: Paths, dangers, strategies. Oxford University Press.
5. Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2014). The second machine age. W. W. Norton.
6. Crawford, K. (2021). Atlas of AI. Yale University Press.
7. Domingos, P. (2015). The master algorithm. Basic Books.
8. European Commission. (2021–2024). Regulation on Artificial Intelligence (AI Act).
9. Floridi, L. (2013). The ethics of information. Oxford University Press.
10. Floridi, L. (2014). The fourth revolution: How the infosphere is reshaping human reality. Oxford University Press.
11. Gartner. (2010–2024). Hype cycle for emerging technologies.
12. Gibney, E. (2023). The quantum gold rush: The race to build a fault-tolerant quantum computer.

- Nature, 615, 18–21.
13. Gisin, N., & Thew, R. (2007). Quantum communication. *Nature Photonics*, 1(3), 165–171.
 14. Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep learning*. MIT Press.
 15. Harari, Y. N. (2017). *Homo deus: A brief history of tomorrow*. HarperCollins.
 16. Helbing, D. (2019). *Towards digital enlightenment: Essays on the dark and light sides of the digital revolution*. Springer.
 17. Jordan, M. I., & Mitchell, T. M. (2015). Machine learning: Trends, perspectives, and prospects. *Science*, 349 (6245), 255–260.
 18. Kelly, K. (2016). *The inevitable: Understanding the 12 technological forces that will shape our future*. Viking.
 19. Kuner, C. (2013). *Transborder data flows and data privacy law*. Oxford University Press.
 20. Kurzweil, R. (2005). *The singularity is near*. Viking Press.
 21. Lanier, J. (2017). *Dawn of the new everything: Encounters with reality and virtual reality*. Henry Holt.
 22. Malița, M. (1967). *Jocuri și societate*. Editura Științifică.
 23. Malița, M. (1971). *Matematica negocierii*. Editura Politică.
 24. Malița, M. (2007). *Diplomație, joc, destin*. Editura Compania.
 25. Malița, M., & Zelinea, C. (2003). *Modele ale viitorului*. Nemira.
 26. Mazzucato, M. (2013). *The entrepreneurial state*. Anthem Press.
 27. Mazzucato, M. (2021). *Mission economy: A moonshot guide to changing capitalism*. Allen Lane.
 28. MIT Technology Review. (2010–2024). 10 breakthrough technologies.
 29. Mitchell, M. (2019). *Artificial intelligence: A guide for thinking humans*. Farrar, Straus and Giroux.
 30. Moisil, G. C. (1942). *Logique modale et algèbres de Boole*. Hermann.
 31. Moisil, G. C. (1959). *Teoria algebrică a mecanismelor automate*. Editura Academiei.
 32. Morozov, E. (2013). *To save everything, click here*. PublicAffairs.
 33. Nielsen, M. A., & Chuang, I. (2010). *Quantum computation and quantum information*. Cambridge University Press.
 34. OECD. (2018–2024). *Science, technology and innovation outlook*.
 35. OECD. (2019). *OECD principles on artificial intelligence*.
 36. Odobleja, Ș. (1938–1939). *Psychologie consonantiste* (Vols. 1–2). Maloine.
 37. Odobleja, Ș. (1982). *Logică și teorie generală a sistemelor*. Editura Științifică.
 38. Preskill, J. (2018). Quantum computing in the NISQ era and beyond. *Quantum*, 2, 79.
 39. Prigogine, I. (1980). *From being to becoming: Time and complexity in the physical sciences*. W. H. Freeman.
 40. Russell, S., & Norvig, P. (2020). *Artificial intelligence: A modern approach* (4th ed.). Pearson.
 41. Schwab, K. (2017). *The fourth industrial revolution*. World Economic Forum.
 42. Schwab, K., & Malleret, T. (2020). *Covid-19: The great reset*. World Economic Forum.
 43. Shannon, C. E. (1948). A mathematical theory of communication. *Bell System Technical Journal*, 27, 379 – 423, 623 – 656.
 44. Vlăduțescu, G. (1981). *Grigore C. Moisil: Viața și opera*. Editura Academiei.
 45. WEF (World Economic Forum). (2021–2022). *Global technology governance report*.
 46. WEF (World Economic Forum). (2022). *DeepTech ecosystem guide*.
 47. Wiener, N. (1948). *Cybernetics: Or control and communication in the animal and the machine*. MIT Press.
 48. Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. *Information and Control*, 8(3), 338–353.
 49. Zuboff, S. (2019). *The age of surveillance capitalism*. PublicAffairs.