

UNIVERSITATEA NAȚIONALĂ DE APĂRARE „CAROL I”

Centrul de Studii Strategice de Apărare și Securitate



IMPACTUL NOILOR TEHNOLOGII ASUPRA ARTEI MILITARE

Studiu de specialitate

**EDITURA UNIVERSITĂȚII NAȚIONALE DE APĂRARE „CAROL I”
BUCUREȘTI, 2021**

Coordonator:

Lect. univ. dr. Florian CÎRCIUMARU

Autori:

Lect. univ. dr. Dan-Lucian PETRESCU

CS II dr. Cristian BĂHNĂREANU

CS III dr. Mihai ZODIAN

CS III dr. Crăișor-Constantin IONIȚĂ

Gabriel STOENESCU

CS III dr. Marius Titi POTÎRNICHE

Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României**Impactul noilor tehnologii asupra artei militare : studiu de specialitate /**

coord. : lect. univ. dr. Florian Cîrciumaru. - București: Editura

Universității Naționale de Apărare „Carol I”, 2021

Conține bibliografie

ISBN 978-606-660-454-3

I. Cîrciumaru, Florian (coord.)

355

Coperta: Andreea GÎRTONEA

Copyright © 2021

Toate drepturile asupra prezentei ediții sunt rezervate

Universității Naționale de Apărare „Carol I”.

- *Lucrarea face parte din Planul de cercetare științifică al Universității Naționale de Apărare „Carol I” și este distribuită conform reglementărilor în vigoare.*
- *Lucrarea a fost avizată în ședința Consiliului Științific al CSSAS, prin Hotărârea nr. 21 din 01.11.2021; responsabilitatea privind conținutul revine în totalitate autorilor.*

ISBN 978-606-660-454-3 (tipărit)

ISBN 978-606-660-455-0 (on-line)

DOI 10.53477/978-606-660-454-3-22-01

CUPRINS

SYNOPSIS	5
ARGUMENT	7
<i>BIG DATA, PUTEREA ȘI ÎNTREBĂRILE DOMENIULUI SECURITĂȚII</i>	11
<i>Mihai ZODIAN</i>	
INTELIGENȚA ARTIFICIALĂ	31
<i>Crăișor-Constantin IONIȚĂ Gabriel STOENESCU</i>	
TEHNOLOGIA CUANTICĂ	55
<i>Dan-Lucian PETRESCU</i>	
SISTEME DE VEHICULE FĂRĂ PILOT LA BORD	75
<i>Dan-Lucian PETRESCU</i>	
RACHETELE HIPERSONICE	92
<i>Mihai ZODIAN</i>	

**DEZVOLTAREA ȘI ACCESUL LA CAPABILITĂȚI
SPAȚIALE CU POTENȚIALĂ UTILIZARE MILITARĂ..... 107**

Cristian BĂHNĂREANU

Marius Titi POTÎRNICHE

**INFLUENȚA BIOTEHNOLOGIILOR ÎN DOMENIUL
MILITAR 120**

Cristian BĂHNĂREANU

**ÎMBUNĂTĂȚIREA PERFORMANȚELOR UMANE
(HPM/E)..... 134**

Crăișor-Constantin IONIȚĂ

THE IMPACT OF EMERGING TECHNOLOGIES ON MILITARY ART

Argument ■ Big Data ■ Artificial Intelligence ■ Quantum Technology ■ Unmanned Systems ■ Hypersonic Missiles ■ Space ■ Biotechnology ■ Human Augmentation

Abstract:

The world is constantly changing. War, as a social activity of major importance, is no exception to this reality, and it permanently introduces a range of possibilities regarding the causes of the confrontation, the plans and fields of action, the nature of the actions carried out, the strategies used, especially the means used to produce the necessary effects for winning. In a direct causal relationship, the permanent adaptation of the means of action has always led to changes in military art, sometimes profound, representing real revolutions in the military affairs, and often leading to ingenious and surprising ways of achieving the objectives that have made the difference between the winner and the loser. Most of the time, the changes have emerged from technological breakthroughs, those inventions that have found their implementation in military systems and equipment. The gunpowder, the internal combustion engine, the telegraph, the flight, the nuclear rocket technology or microprocessors, each of these scientific discoveries have greatly influenced the military art of their times and beyond.

It is clear that technology development has been accelerating over time, but, at present, the increased diversification and augmentation of the technological advances seems to trigger fundamental paradigm changes in the art of war, in general, and military art, in particular. The rise of new emerging technologies has turned each of them into potential *game changers* throughout the military domain, providing the possibility of introducing significant adjustments to the principles, rules, methods and processes for preparing and conducting military operations at all levels – strategic, operational and tactical. Artificial intelligence, Big Data management and analysis, quantum technology, unmanned vehicle

systems, biotechnology, along with the “older” technologies (including nuclear and laser technologies, particle beams or nanotechnology), undoubtedly have such potential.

In the present study we address eight of the main types of technologies that are currently in the interest of scientists, but also of practitioners, with the intention of highlighting how they might influence the military art in the future, as they evolve. The results lead to the somehow predictable general conclusion that each emerging technology analyzed can be disruptive in the military field, being able to generate major breakthrough by optimizing some weapon systems and equipment. Quantum technology and Big Data may revolutionize computing systems, communication and detection. Augmentation of human performances may reshape the warrior of the future. No less important, hypersonic missiles and unmanned vehicle systems may introduce new types of weapons, much more lethal and unpredictable.

For an articulate approach, each part of the study is structured into three sections. The first section provides a description of the analyzed technology, presenting the current state of development and the main characteristics, with a focus on those that could influence military art. The following section approach the best ways to implement that particular technology in military and civil equipment. In the third section authors make some assessments of the future development for the analyzed technology, on short, medium and long term. It is important to point out that these trends are supported by scientific opinions/arguments, expressed in prospective studies by specialists in the field.

Beyond the influence of each technology on the military art, the real challenge lays in joining two or more emerging technologies. Although a system that integrates Artificial Intelligence empowered by Big Data informational support and quantum technology engine, aboard of autonomous vectors, carrying unconventional warheads seems now to be a *mélange* that tackles fiction, the pace of scientific development seriously stirs the interest to consider this sort of achievement that could influence the military art in the future.

ARGUMENT

Lumea este într-o continuă schimbare. Războiul, ca activitate socială de importanță majoră, nu face excepție de la această realitate, introducând permanent o pleiadă de posibilități privind cauzele declanșării confruntărilor, planurile și domeniile de acțiune, caracterul acțiunilor desfășurate, strategiile întrebuițate, în special mijloacele întrebuițate pentru producerea efectelor necesare obținerii victoriei.

Într-o relație de cauzalitate directă, adaptarea permanentă a mijloacelor de ducere a acțiunilor a determinat întotdeauna schimbări în arta militară, uneori profunde, reprezentând adevărate revoluții în domeniul militar și determinând, deseori, modalități de acțiune surprinzătoare care au creat diferența între învingător și învins. De cele mai multe ori, schimbarea a survenit în urma unor descoperiri tehnologice, a unor invenții care și-au găsit implementarea în sistemele de armament și tehnică de luptă. Praful de pușcă, motorul cu combustie internă, telegraful, zborul, tehnologia nucleară, rachetele sau microprocesoarele, fiecare dintre aceste cuceriri științifice au influențat major arta militară în vremurile lor, dar și ulterior.

Este evident faptul că, de-a lungul timpului, dezvoltarea tehnologiei a înregistrat o accelerare, însă, în prezent, diversificarea și augmentarea exacerbată a avansului tehnologic pare a determina schimbări de paradigmă fundamentale în ceea ce privește arta războiului, în general, și arta militară, în particular.

Apariția unor tehnologii noi a determinat ca fiecare dintre acestea să reprezinte un potențial *game-changer* în domeniul conducerii și executării acțiunii militare, cu posibilitatea de a introduce ajustări

semnificative în principiile, regulile, metodele și procedeele de pregătire și ducere a acțiunilor militare, la toate nivelurile – strategic, operativ și tactic. Inteligența artificială, gestionarea și analiza unor volume mari de date (*Big Data*), tehnologia cuantică, sistemele de vehicule fără pilot la bord, ori biotehnologia, fiecare dintre acestea (și nu numai), la care se adaugă „mai vechile” tehnologii (dintre care le amintim pe cea nucleară, a laserului, a fasciculelor de particule sau nanotehnologia) au, în mod indiscutabil, un asemenea potențial. În studiul de față, abordăm un număr de opt tipuri de tehnologii care se află, în prezent, în atenția oamenilor de știință, dar și a practicienilor, deopotrivă, cu intenția de a evidenția modul în care acestea, pe măsura maturizării lor, pot influența arta militară a viitorului.

Așa cum rezultă din cele opt părți ale studiului, fiecare tehnologie emergentă analizată poate avea un caracter disruptiv în domeniul militar fiind în măsură să genereze fie optimizarea majoră a unor sisteme de armament și tehnică de luptă, cum ar fi tehnologia cuantică și big data în sistemele de calcul, de comunicații sau de detecție ori augmentarea performanțelor ființei umane la nivelul luptătorului viitorului, fie introducerea unor tipuri noi, cum ar fi rachetele hipersonice ori sistemele de vehicule fără pilot la bord.

Pentru a avea o abordare articulată și relevantă, fiecare parte a studiului este structurată pe trei secțiuni. În prima se realizează o descriere a tehnologiei supusă analizei, cu prezentarea stadiului de dezvoltare și a principalelor caracteristici, cu accent pe cele care ar putea influența arta militară. Această secțiune este urmată de prezentarea modalităților de implementare a tehnologiei în echipamente militare și civile, pentru ca, în cea de-a treia secțiune, autorii să realizeze câteva estimări privind dezvoltări viitoare ale tehnologiei analizate, pe termen scurt, mediu și lung. Este important să evidențiem faptul că aceste tendințe sunt susținute cu opinii/argumente științifice exprimate în studii prospective realizate de specialiști în domeniu.

Dincolo de influența fiecărei tehnologii asupra artei militare, adevărata provocare o reprezintă convergența a două sau mai multor tehnologii de același rang. În ceea ce privește funcția de comandă-control, inteligența artificială constituie un punct focal, în sensul în care aceasta, odată maturizată, poate constitui nucleul care să coaguleze avantajele oferite de multe dintre tehnologiile analizate, dar și de altele, în momentul în care acestea vor putea fi operaționalizate. Big data, care vizează gestionarea unor volume mari de date, poate facilita „învățarea” rapidă și eficientă, care să-i permită sistemului să se adapteze rapid la situații noi. Tehnologia cuantică, prin caracteristicile pe care le promite, îi poate oferi o viteză de procesare a datelor net superioară, dată de capacitatea enormă de calcul, transmiterea securizată a datelor în rețea, precum și capacități de detecție ce excedează legile fizicii clasice. Sistemele de vehicule fără pilot la bord adaugă sistemului de comandă-control dotat cu inteligență artificială capacitatea de proiecție a forței într-un mod nemaiîntâlnit, prin autonomizarea acestora, atât din punct de vedere al deplasării cât și din punct de vedere al generării efectelor la țintă (detecție-selecție-angajare; monitorizare-supraveghere; bruijaj etc.). Rămânând în spectrul cinetic, tehnologia rachetelor supersonice îi poate permite întregului ansamblu o viteză de proiecție fenomenală, care îi poate asigura supraviețuirea în fața multor sisteme de contracarare ale adversarului. Tehnologiile care exploatează spațiul cosmic, cum ar fi rețeaua satelitară, în afară de faptul că reprezintă o infrastructură informațională excepțională, îi poate oferi ansamblului un mediu de acțiune dificil de accesat de către majoritatea actorilor din mediul de operare. În ceea ce privește conjugarea întregului construct cu tehnologiile deja existente sau în stadiu avansat de dezvoltare, ar fi suficient să ne imaginăm ansamblul compus până aici, dotat cu o componentă de luptă nucleară sau biologică (generată de biotehnologie) ori cu sisteme de armament care să implementeze tehnologia laserelor sau a fasciculelor de particule. Nu în ultimul rând, inteligența artificială

poate sprijini factorul uman în procesul de luare a deciziei prin oferirea de analize și soluții viabile, profund fundamentate de „raționamente” superioare.

Deși toată această construcție pare a se încadra în ficțiune, în studiul de față vom analiza posibilitatea maturizării acestor tehnologii, precum și aplicațiile din domeniul militar care ar putea să influențeze arta militară, în viitor. Considerăm acest rezultat al demersului nostru drept unul dintre punctele de plecare pentru analizele viitoare, care să argumenteze plauzibilitatea constituirii unui sistem reprezentând ansamblul de tehnologii ale viitorului, cu efecte neașteptate în mediul de operare.

BIG DATA, **PUTEREA ȘI ÎNTREBĂRILE DOMENIULUI** **SECURITĂȚII**

Mihai ZODIAN

Capitolul conține o serie de probleme referitoare la caracteristicile și importanța tehnologiilor de colectare, prelucrare și interpretare a volumelor masive de informații electronice. Dezvoltate intensiv în ultimul deceniu, tehnologiile Big Data au beneficiat și de atenția decidenților din domeniul securității naționale și au inspirat aplicații la nivel operațional și tactic, dintre care dronele și hărțile în timp real sunt cele mai cunoscute. În același timp, s-au dovedit a fi foarte controversate, trezind temeri legate de respectarea intimității, a drepturilor fundamentale și de problema supravegherii din partea organizațiilor private și a statelor.

Definire

Încrederea în ce socotim că știm joacă un rol important în decizii. Una dintre premisele științelor sociale contemporane se referă la incertitudinea definitorie a cunoștințelor despre societățile umane, indiferent dacă sunt produse prin mijloace practice, speculație sau cercetare. Sursele acestor semne de întrebare rezidă în complexitatea relațiilor sociale și dificultatea de a distinge clar între subiect și obiect. Consecințele sunt: imaginile despre social au un caracter limitat; generalizările au un caracter restrictiv și probabilistic; deciziile sunt costisitoare; expertiza poate deveni problematică; predicțiile detaliate sunt improbabile dacă nu chiar imposibile¹.

¹ Cătălin Zamfir, *Structurile gândirii sociologice*, Editura Politică, 1987, pp. 199-207; Gary King, Robert O. Keohane, Sydney Verba, *Fundamentele cercetării sociale*, Editura Polirom,

Pe măsură ce crește complexitatea, apar din ce în ce mai multe semne de întrebare². În relațiile internaționale și disciplinele înrudite, mecanismul principal de generare a incertitudinii este dilema securității, situația în care, în absența unei autorități centrale și a cunoașterii complete despre intențiile și forțele celorlalți, fiecare actor este motivat de teamă să adopte politici de protecție, interpretând comportamentele altora ca fiind potențial ofensive, chiar dacă respectivele acțiuni sunt defensive. Pentru realiști, ea atrage atenția asupra valorii puterii și a câștigurilor relative sau a distribuției capacităților, însă, chiar și pentru interpreți mai moderați, ea poate limita speranțele de cooperare internațională. Este o incertitudine care poate fi redusă gradual, dar nu eliminată integral³.

Incertitudinea este strâns legată de conflicte și violență. James Fearon a formalizat interacțiunea respectivă într-una dintre cele trei surse ale războiului, într-un model contemporan destul de cunoscut, alături de problema credibilității promisiunilor și cea a indivizibilității mizelor; decidenții, mânați de idei greșite și secrete despre motivele sau cantitatea, calitatea și raporturile de forțe, pot decide declanșarea ostilităților, chiar dacă vorbim despre costuri foarte ridicate⁴. În război, ca practică, incertitudinea a fost concepută ca o limită a teoriei strategice, în lucrarea celebră a lui Carl von Clausewitz și dezvoltată de urmașii săi intelectuali, concepția fundamentală fiind caracterul interactiv al războiului, la fel ca și în relațiile internaționale sau științele politice, în general⁵. Una dintre consecințe este sublinierea valorilor

Iași, 2000; Mihai Zodian, *Perspective Epistemologice și predicții în relațiile internaționale*, Editura Universității Naționale de Apărare „Carol I”.

² *Ibidem*.

³ N.A.: Ken Booth și Nicholas J. Wheeler consideră că totul pornește de la dificultatea de a distinge între armamentele ofensive și defensive și de a înțelege motivațiile, perspectivele și sensul acțiunii altor indivizi și grupuri. Autorii identifică două momente ale dilemei, unul de recunoaștere a motivelor și situației și altul de decizie; vezi Ken Booth, Nicholas J. Wheeler, ”Uncertainty”, în Paul D. Williams, *Security Studies. An Introduction*, Routledge, 2008, pp. 133-138.

⁴ James D. Fearon, ”Rationalist Explanations for War”, *International Organization*, 49(3), primăvara 1995, pp. 379-414.

⁵ Carl von Clausewitz, *Despre război*, Editura Antet, București, 2006 [1982].

morale din celebra triadă primordială, în care al doilea element aparține șansei și probabilităților, element pus în paralel cu armatele moderne, deși paralela a fost contestată⁶.

Indiferent de interpretări, incertitudinea este importantă la mai multe niveluri. Răspunsul clasic la această problemă l-a reprezentat combinația dintre teoria matematică a probabilităților, care calculează șansele, în general, și tehnicile de cercetare statistice, care se ocupă de aspectele empirice. Determinismul a fost fie reformulat ca intersecție de serii cauzale care produc efecte, care pot fi considerate întâmplătoare din cauza informațiilor insuficiente deținute de observatori, fie a fost abandonat. Mai mult, pentru unii autori, legile cu un caracter probabilistic din punct de vedere logic și corelațiile au căpătat o importanță sporită, ajungând să fie asimilate cu natura socialului⁷.

Tehnologia a oferit un al doilea impuls. Dezvoltarea calculatoarelor după cel de-al Doilea Război Mondial a oferit o ocazie importantă extinderii utilizării și îmbunătățirii metodelor statistice în cercetarea și practica socială. De la început, ele sprijiniseră diverse demersuri administrative sau reformiste, însă tehnologiile informatice au oferit putere de calcul, automatizare și capacitate de stocare. Programele statistice au permis creșterea eficienței, înlocuind calculele manuale sau cartelele perforate, mutând accentul pe problematizare și interpretarea datelor⁸.

În acest context, explozia internetului a condus la dezvoltarea *Big Data*. Consumatorii au produs o cantitate imensă de informații care puteau fi prelucrate și monetizate; de exemplu obiceiuri culinare, de cumpărături, filme preferate etc. la care companiile au avut acces. Tendințele din domeniul cercetărilor universitare menționate mai sus s-au combinat cu transformări din mediul de afaceri, promovate de firme ca

⁶ *Ibidem*, Capitolul I, p. 19.

⁷ De exemplu, în Gary King, Robert O. Keohane, Sydney Verba, *op. cit.*

⁸ Vezi Dawn E. Holmes, *Big Data: A Very Short Introduction*, Oxford University Press, 2018.

Netflix sau Google⁹. Firmele respective au integrat datele în modelul de afaceri, dincolo de modalitățile tradiționale de colectare a informațiilor, profitând de avansuri ca tehnologia *cloud servers*, programe mai performante și experimente cu *machine learning* și alte forme de inteligență artificială¹⁰.

Impulsul principal vine dinspre mediul de afaceri. Tehnologiile *Big Data* au fost dezvoltate, în general, de companii, ca modalități de monetizare a activităților consumatorilor, prin profilare și livrare de servicii individualizate, cum ar fi recomandările de filme sau reclame¹¹. Ele sunt corelate cu alte tipuri de instrumente, ca Inteligența Artificială (IA), internet, senzori avansați etc.¹². Aplicațiile din domeniul militar sunt adaptări și implementări, unele cu caracter general, altele, specifice; chiar dacă, inițial, acum câteva sute de ani, statistica a beneficiat și de un impuls statal, acum principalele descoperiri vin din industrie sau din mediul academic¹³.

Inițiate în anii 2000, tendințele respective continuă și se amplifică. La începutul secolului XXI, speranțe mari se leagă de automatizare sub diferite forme și se discută mult despre tehnologii disruptive și emergente, dar ultima dintre acestea, *smartphone*, are deja 14 ani și alta încă nu a apărut¹⁴. Inteligența Artificială este mult discutată, inclusiv ca obiect al competiției dintre marile puteri, dar, momentan, este încă rudimentară și deja cercetările au mai trezit în trecut speranțe false. Cu toate acestea, progresele graduale ale instrumentelor existente continuă

⁹ Rachel Schutt, Cathy O’Neil, *Doing Data Science*, O’Reilly Media, 2013; Viktor Mayer-Schoenberger, Kenneth Cukier, *Big Data: A Revolution That Will Transform How We Live, Work, and Think*, Houghton Mifflin Harcourt, 2013; Dawn E. Holmes, *op. cit.*

¹⁰ N.A.: Uneori este realizată o distincție între date și informații. În abordarea din acest capitol, deosebirea nu este relevantă. Vezi și Damien Van Puyvelde, Stephen Coulthart, M. Shahriar Hossain, ”Beyond the buzzword: Big Data and national-security decision-making”, *International Affairs*, 93: 6, 2017, pp. 1397-1416.

¹¹ Daron Acemoglu, “The revolution need not to be automated”, *World Economic Forum*, aprilie 2019, URL: <https://www.weforum.org/agenda/2019/04/the-revolution-need-not-be-automated/>, accesat la 2 februarie 2020; Andrew D. James, *Emerging Technologies and Military Capability*, RSIS, 2019, pp. 4, 10.

¹² Andrew D. James, *op. cit.*, p. 10.

¹³ Michel Foucault, *Nașterea biopoliticii*, Idea Design&Print, Cluj Napoca, 2007.

¹⁴ Andrew D. James, *op. cit.*, p. 10.

și pot avea efecte de amploare, chiar în absența unor inovații revoluționare, iar aici putem vorbi și despre *Big Data*¹⁵.

Termenul este dificil de definit, din cauza originii. În general, datele sunt caracteristici ale unor evenimente sau observații, iar în aranjarea statistică sunt împărțite în variabile nominale, ordinale, de interval și de raport, în funcție de abilitatea de cuantificare a obiectelor la care se referă; în cazul nostru, majoritatea sunt nestructurate sau semistructurate și trebuie prelucrate prin programe speciale, o situație cauzată de diversitatea originii (texte variate, video, audio etc.)¹⁶. Chiar dacă parametrii sunt în mișcare, din cauza schimbărilor, ca regulă pragmatică, când sărim de ordinul de mărime al zecilor de mii de rânduri oferit de Excel, la milioane, intrăm în domeniul *Big Data*, fiind depășită capacitatea de prelucrare a sistemelor obișnuite¹⁷. Ca infrastructură, inițial au fost folosite servere de mare putere, legate în rețea pentru calcule (*clouding*) și internetul pentru colectare, de exemplu, prin scripturi de *data mining*, iar algoritmi statistici sau de *machine learning* s-au ocupat de interpretarea datelor, predicție etc¹⁸.

Un avantaj important al utilizării acestora este identificarea de tendințe. Esența statisticii a fost interpretarea proceselor, a diferitelor medii, distribuții și a corelațiilor dintre fenomene. *Big Data* aduce o mai mare anvergură; informațiile se pot referi la populații, dar și la indivizi; și capacitatea de a reacționa la schimbări în timp scurt, atâta vreme cât sunt implicați actori conectați la internet, iar infrastructura rămâne globalizată. Pentru aceasta, se folosesc mai multe tehnici, transformate în algoritmi, inclusiv Inteligență Artificială, dar există riscul de a vedea

¹⁵ N.A.: Ca și alte capitole, aici se anticipează o distribuție internațională bipolară sau multipolar flexibilă, în jurul lui 2040, sau poate chiar mai devreme, în funcție de reacțiile la pandemie; o combinație între rivalități politice și cooperare economică; dezvoltare tehnologică; iar descurajarea nucleară limitează tensiunile. Vezi Charles Doran, *op. cit.*; Yan Xuetong, *op. cit.*

¹⁶ Rachel Schutt, Cathy O'Neil, *op. cit.*; Dawn E. Holmes, *op. cit.*

¹⁷ Damien Van Puyvelde, Stephen Coulthart, M. Shahriar Hossain, p. 1401.

¹⁸ Rachel Schutt, Cathy O'Neil, *op. cit.* N.A.: Majoritatea autorilor alături de volumul de date, viteza și diversitatea, urmându-l pe Dough Laney, adăugând contribuții personale ca veracitatea sau credibilitatea, complexitatea etc.; vezi Dawn E. Holmes, *op. cit.*

modele unde acestea nu există, din cauza încălcării unora dintre normele statistice uzuale referitoare la eșantionare și inferențe¹⁹.

O altă schimbare o reprezintă predicția automatizată. Datele sunt împărțite în două mulțimi, una pentru a antrena un algoritm, prin intermediul unei imensități de simulări rulate, în timp ce a doua testează lecțiile învățate; algoritmul nu este programat în sens determinist²⁰. Pentru ca această practică să funcționeze sunt necesare foarte multe date, reale sau cel puțin generate de calculator, de exemplu, serii de numere. Aplicațiile s-au dovedit a fi printre cele mai răspândite, dar și mai controversate produse ale intersecției dintre tehnologii²¹.

Sectorul civil joacă un rol fundamental aici. *Big Data* a sprijinit extinderea economiei online în ultimele două decenii, în paralel cu dezvoltarea algoritmilor de căutare, sortare sau *machine learning* și *AI*. De exemplu, compania Netflix deține o arhivă imensă în care sunt stocate preferințele utilizatorilor pentru seriale și filme, ceea ce permite, prin intermediul unor programe specializate, realizarea de recomandări de producții de urmărit și chiar planificarea de noi producții audiovizuale²². Comerțul online și publicitatea electronică se bazează pe principii similare²³.

În general, *Big Data* nu reprezintă o tehnologie autonomă. Deseori, vine împreună cu alte inovații, de obicei algoritmi mai sofisticăți, hardware mai puternic, creșterea generală a internetului etc. De exemplu, potrivit specialiștilor, în cazul Google, a ajutat compania

¹⁹ Rachel Schutt, Cathy O'Neil, *op. cit.*; Dawn E. Holmes, *op. cit.*; Viktor Mayer-Schoenberger, Kenneth Cukier, *op. cit.*

²⁰ N.A.: Un algoritm este conceput drept „o mulțime limitată de reguli care prescriu o secvență de operații pentru a rezolva un tip specific de problemă, cu cinci caracteristici importante: finitudinea...; definirea precisă...; inputul...; outputul...; efectivitatea”, Donald E. Knuth, *The Art of Computer Programming*, vol. I, Editura Addison-Wesley, 2013 [1997], pp. 4-6. Algoritmii sunt traduși în limbaje de programare pe care calculatoarele le pot înțelege și executa, de obicei, cu mai multe niveluri; vezi Kenneth H. Rosen, *Discrete Mathematics and its Applications*, McGraw Hill, 2012, pp. 192-194.

²¹ Dawn E. Holmes, *op. cit.*; Viktor Mayer-Schoenberger, Kenneth Cukier, *op. cit.*; Damien Van Puyvelde, Stephen Coulthart, M. Shahriar Hossain, *op. cit.*

²² Amy N. Langville, Carl D. Meyer, *Who's #1? The Science of Rating and Ranking*, Princeton University Press, f. 1., 2012.

²³ *Ibidem.*

să dezvolte programe mai avansate, care au completat calculele matriceale cu interpretări semantice ale termenilor din motoarele de căutare²⁴. Alături de Facebook, firma respectivă a ajuns să domine publicitatea online, principala sursă de finanțare a website-urilor și altor forme de prezență pe internet, deci vorbim despre contribuții importante.

Și medicina a jucat un rol fundamental în dezvoltarea Big Data. Istoria statisticii și genetica sunt legate, iar descifrarea genomului uman s-a bazat pe tehnologiile avansate de colectare, stocare și prelucrare ale informațiilor, principala școală americană, Universitatea John Hopkins fiind considerată un lider în domeniu²⁵. Pandemia de Covid-19 a stimulat necesitatea dezvoltării bazelor de date și a capacității de reacție în timp real, iar decidenții din Coreea de Sud sau Taiwan au integrat sistemele informatice, pe cele de evidență a populației și practicile de testare extensivă pentru a reuși un control rapid al răspândirii noii boli²⁶. Cazul politicilor din China s-a dovedit a fi mai controversat, dar și acolo s-au utilizat masiv sisteme avansate; în SUA, prima platformă cu date disponibile în timp real a fost construită de specialiștii de la John Hopkins, folosind surse din social media și metode sofisticate de verificare²⁷.

²⁴ Rehan Ijaz, "Google Big Data Algorithms Shift Emphasis to Onsite Content", *SmartData Collective*, URL: <https://www.smartdatacollective.com/google-big-data-algorithms-shift-emphasis-onsite-content/>, accesat la 1 iulie 2021.

²⁵ N.A.: Pe lângă medicină, astronomia sau fizica particulelor sunt deseori citate în lucrările despre Big Data.

²⁶ Ramon Pacheco Pardo, Mauricio Avendano Pabon, Xuechen Chen, Bo-jiun Jing, Jeong-ho Lee, Joshua Ting, Takuya Matsuda, Kaho Yu, "Preventing the next pandemic: lessons from East Asia", Faculty of Social Science and Public Policy, King's College, London, mai 2020.

²⁷ Derek Grossman, Christian Curriden, Logan Ma, Lindsey Polley, J.D. Williams, Cortez A. Copper III, *Chinese Views of Big Data Analytics*, RAND, 2020, pp. 22-24; Jun Wu, Jian Wang, Stephen Nicholas, Elizabeth Maitland, Qiuyan Fan, "Application of Big Data Technology for COVID-19 Prevention and Control in China: Lessons and Recommendations", *Journal of Medical Internet Research*, 22(10), octombrie 2020, URL: <https://www.jmir.org/2020/10/e21980>, accesat la 13 iulie 2021; Jessica Kent, "John Hopkins Develops Real-Time Data Dashboard to Track Coronavirus", *Health IT Analytics*, 11 martie 2020, URL: <https://healthitanalytics.com/news/johns-hopkins-develops-real-time-data-dashboard-to-track-coronavirus>, accesat la 13 iulie 2021.

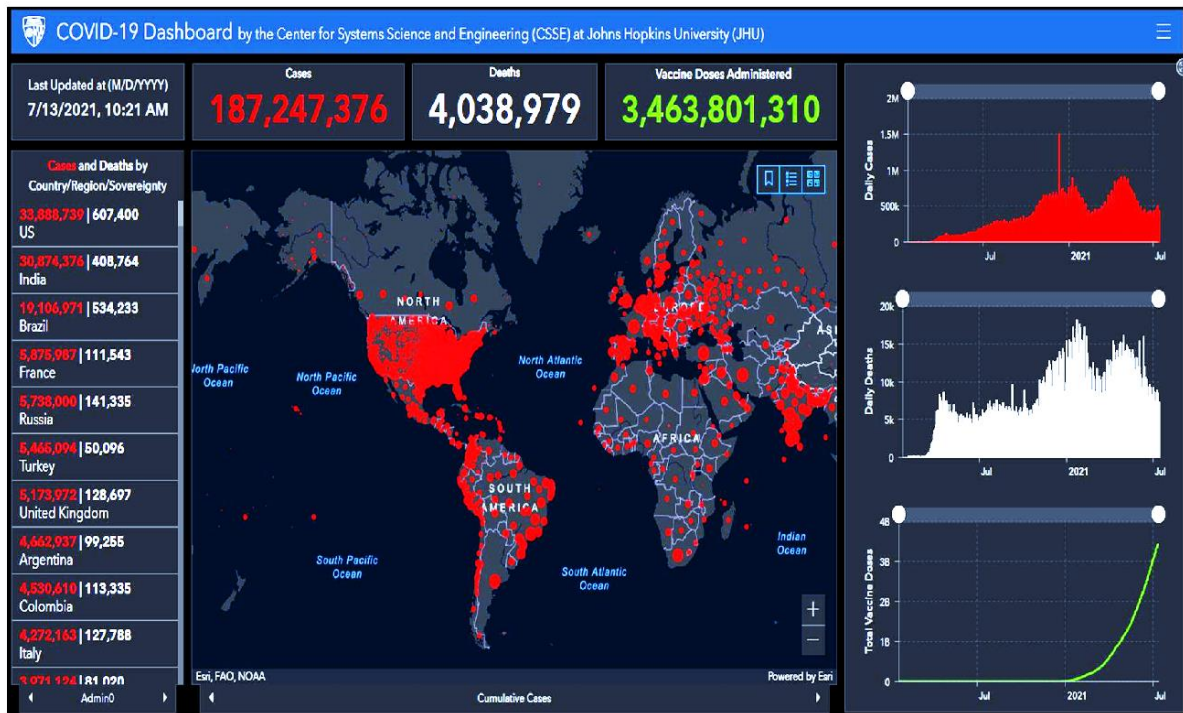


Figura nr 1: Harta Covid-19, 13 iulie 2021, potrivit datelor sintetizate de Universitatea John Hopkins²⁸

Sunt posibile și aplicații mai generale. Pe lângă interacțiunile cu clienții și mediul exterior, *Big Data* este utilă și pentru tentativele de optimizare a proceselor de decizie, gestionare a personalului și a resurselor sau a producției, în general din companii. Aici sunt combinate elaborarea de indicatori mai stricți de performanță, cu capacitatea de stocare și prelucrare și folosirea unor programe speciale de *Business Intelligence*. Ca și alte forme de management rațional și aceasta este supusă criticilor care subliniază importanța limitelor rațiunii și a incertitudinii, sau riscul abuzurilor, iar decidenții sunt destul de sceptici față de aceste metode²⁹.

²⁸ Center for Systems Science and Engineering, "COVID-19 Dashboard", URL: <https://www.arcgis.com/apps/dashboards/bda7594740fd40299423467b48e9ecf6>, accesat la 13 iulie 2021.

²⁹ Tom Davenport, Jim Guszcza, Tim Smith, Ben Stiller, "Analytics and AI-driven enterprises thrive in the Age of With", *Deloitte Insights*, 25 iulie 2019, URL: <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/topics/analytics/insight-driven-organization.html>, accesat la 1 iulie 2021.

Influența Big Data în domeniul securității și artei militare

Ca și în afaceri sau medicină, principalele sale utilizări se referă la colectarea și interpretarea faptelor, iar problemele sunt deseori asemănătoare: diversitatea surselor (sateliți, drone, internet, telefonie, social media, informatori etc.), problema organizării lor, volumul acestora³⁰. Sistemul de poziționare globală (GPS) și cele de informații geografice (GIS) au antedatat și au contribuit la actuala expansiune a datelor. Una dintre primele aplicații se referă la sortarea și organizarea datelor înregistrate prin multitudinea de surse menționată anterior, care necesită o prelucrare informatizată, din cauza volumului³¹.

O noutate este disponibilitatea și capacitatea de acțiune în timp real. Big Data are un rol operațional în cadrul misiunilor de supraveghere și interpretare a informațiilor pentru construirea unui tablou al acțiunilor militare, integrând sisteme multiple, sau pentru ținte individuale³². În aceste cazuri, dronele joacă deseori un rol important în monitorizare și colectare, fiind capabile să ofere servicii de durată, în timp real, inclusiv de lovire, cu riscuri minimale pentru utilizatori, fiind utilizate în combinație cu alte categorii de senzori și surse de informații, de la sateliți, la cele clasice³³. Statele Unite a utilizat mecanismele respective în timpul misiunilor din Orientul Mijlociu și din Afganistan, spre exemplu, iar pentru prelucrarea informațiilor, Pentagonul a recurs inclusiv la consiliere din partea mediului privat, care dezvoltase algoritmi de căutare video destul de avansați³⁴.

Monitorizarea și interpretarea în timp real nu epuizează potențialul, totuși. Tehnologii înrudite sunt folosite în procesele de

³⁰ Vezi M. Haridas, "Redifining Military Intelligence Using Big Data Analytics", *Shadow Warrior*, toamna 2015, URL: <https://archive.claws.in/journal/journal-scholar-warrior/index.html>, accesat la 1 iulie 2021.

³¹ Dawn E. Holmes, *op. cit.*; Daniel Roman, „Riposta antiaeriană în operațiile forțelor terestre, în contextual tehnologizării GIS a spațiului de luptă modern”, *Buletinul Universității Naționale de Apărare „Carol I”*, decembrie 2019.

³² Shane P. Hamilton, Michael P. Kreuser, "The Big Data Imperative. Air Force Intelligence for the Information Age", *Air and Space Power Journal*, primăvara 2018.

³³ Mark Bowden, "How to Think About Drones", *Atlantic*, septembrie 2013, în Mark Bowden, *The Three Battles of Wanat: And Other True Stories*, Atlantic Monthly Press, 2016.

³⁴ *Ibidem*.

proiectare și planificare a cercetării, dezvoltării și achizițiilor, de exemplu, de către Departamentul American al Apărării. Potrivit unui studiu RAND, majoritatea sistemelor sunt arhive despre bugete și contracte, dar unele programe includ modelări, simulări, iar în organizațiile specializate, există și aplicații de *Big Data*³⁵. Există și programe centralizate, datele sunt deseori standardizate, iar, în unele cazuri, se pune accentul pe dezvoltarea de sisteme multifuncționale; de pildă, forțele aeriene utilizează unul, intitulat LIMS-EV, cu opțiuni variind de la logistică, la cele operaționale³⁶.

La fel ca și în cazul mediului de afaceri, există o distanță între modelele raționaliste ale organizațiilor și rezultatele deciziilor, o parte a ecartului provenind și din atitudinea față de metodele computerizate de interpretare a datelor și proiectare, în special, din cauza formalismului și limitelor organizaționale³⁷. De exemplu, în cazul unor proiecte, printre care *Global Hawk*, *Future Combat Systems* sau F-35, concluziile puteau fi subestimate, obiectivele puteau fi prea optimiste etc.³⁸. De altfel, unele dintre programe sunt chiar de *Business Intelligence*, adaptate de Pentagon, ceea ce rezonază și cu formele de educație, dar practicile nu se pot adapta foarte ușor, din cauza complexității organizaționale³⁹. Chiar dacă adaptarea noilor tehnologii nu este optimală, într-un sens modernist, Departamentul Apărării se înscrie în tendința principală a organizațiilor americane, potrivit estimărilor analiștilor RAND⁴⁰.

Tehnologiile respective pot oferi avantaje pentru modelări și simulări. Xiao Song și colaboratorii au arătat că, în ambele cazuri, se întâlnesc probleme similare, în special cea a gestionării unui volum

³⁵ Tom Davenport, Jim Guszcza, Tim Smith, Ben Stiller, "Analytics and AI-driven enterprises thrive in the Age of With", *op. cit.*

³⁶ Philip S. Anton *et al*, *op. cit.*, pp. xvii-xix, 35-36, 41-42.

³⁷ *Ibidem*, p. 44.

³⁸ *Ibidem*, pp. 27-34

³⁹ *Ibidem*, pp. 37, 64.

⁴⁰ *Ibidem*, pp. 44-45.

imens de date, chiar dacă acestea pot fi generate de calculatoare⁴¹. Organizarea și interpretarea acestora a stimulat adoptarea de soluții similare, de exemplu stocare distribuită, unele practici de *data mining* pentru analiza datelor și noi platforme⁴². Este de așteptat ca tendințele de convergență să continue.

Big Data duce la o problemă a costurilor. De pildă, acestea necesită investiții în infrastructură pentru colectare, stocare și colectare, aproape prin definiție, iar aceste demersuri se pot dovedi a fi dificil de implementat. Departamentul de Stat american a încercat să unifice serviciile de *clouding*, în cadrul proiectului *Joint Enterprise Defense Infrastructure* (JEDI) căutând un contractor privat și a oferit contractul companiei Microsoft, în ideea că astfel se va ameliora calitatea și eficiența transferului de informații pe teren⁴³. Inițiativa a fost afectată de suspiciuni referitoare la conflicte de interese și ambiguități ale administrației Trump și ar urma un nou program, cu mai mulți contractori⁴⁴.

Tendințe

Este greu de spus dacă *Big Data* reprezintă o tehnologie disruptivă, în jargonul de piață fiind vorba despre o inovație care creează o piață și o tendință nouă în economie, similară ideii de revoluție tehnologică, dar utilizată într-un mod mai lax și mai publicitar. Susținătorii săi vorbesc despre o ruptură radicală și este adevărat că firme precum Google sau Amazon au realizat beneficii imense, dar practic au urmat tendințele consacrate de telefoanele inteligente, care

⁴¹ Xiao Song, Yulin Wu, Yaofei Ma, Yonh Cui, Guanghong Gong, "Military Simulation Big Data: Background, State of the Art, and Challenges", *Mathematical Problems in Engineering*, 2015, URL: <https://doi.org/10.1155/2015/298356>, accesat la 14 iulie 2021.

⁴² *Ibidem*.

⁴³ Andrew Eversden, "So what problems does JEDI solve, really?", *Federal Times*, 30 octombrie 2019, URL: <https://www.federaltimes.com/govcon/contracting/2019/10/30/so-what-problems-does-jedi-solve-really/>, accesat la 14 iulie 2021.

⁴⁴ Vikram Mittal, "The Next JEDI: The Joint Warfighter Could Capability", *Forbes*, 10 iulie 2021, URL: <https://www.forbes.com/sites/vikrammittal/2021/07/10/the-next-jedi-the-joint-warfighter-cloud-capability/?sh=f2f8f8c8550b>, accesat la 14 iulie 2021.

au împins înainte dezvoltarea Internetului. Pe termen lung, îndeosebi în societățile occidentale, sunt implicate procese, de secole, prin care a crescut capacitatea de control a statelor și a actorilor economici asupra indivizilor, populațiilor și piețelor, trezind reacții diferite și luând forme culturale sau politice multiple⁴⁵.

Volumul de date probabil că va spori în continuare, în paralel cu dezvoltarea capacității de colectare și de prelucrare, o tendință relativ ușor de prevăzut. Potrivit publicației *Forbes*, indicatorul a crescut deja de la 1.2 miliarde GB la 60 miliarde GB în ultimii 10 ani, iar estimările sugerează că acesta va spori într-un ritm accelerat⁴⁶. Există însă o serie de rezerve și critici, iar mediul internațional de securitate în care se dezvoltă rețelele a devenit mai tensionat în ultimii ani, factori ce pot complica predicțiile.

În științele umane și politicile publice există speranța ca, în anumite limite, îndeosebi în ceea ce privește problemele sau aspectele ușor cuantificabile, să se poată crea sau ameliora sisteme capabile să prezică și eventual să asiste procesele de decizie la nivel politic sau inferior⁴⁷. După cum am observat anterior, există rezerve, atât în mediile de stat, cât și în cele de afaceri față de folosirea Big Data, în acest sens, existând și motive serioase care le pot susține, anume, complexitatea factorilor care trebuie luați în calcul și ambiguitățile cunoașterii⁴⁸. Sistemele pot fi concurate de sisteme echivalente, informațiile pot fi trucate sau accesul poate fi limitat, după cum se poate observa în cazul ”peer competitors” care acționează pentru a reduce avansul vestic în domeniu, luând în calcul mai multe domenii.

Tehnologiile despre care discutăm sunt folosite pentru colectarea de cantități imense de informații, a căror prelucrare neconvențională poate indica tendințe și corelații noi și poate oferi posibilități suplimentare, printre care supravegherea în timp real, capacitatea de

⁴⁵ Andrew D. James, *Emerging Technologies and Military Capability*, RSIS, 2019, p. 4.

⁴⁶ Christo Petrov, ”Big Data Statistics 2020”, 22 martie 2019, URL: <https://techjury.net/stats-about/big-data-statistics/#gref>, accesat la 15 iulie 2021.

⁴⁷ IISS, *The Military Balance 2018*.

⁴⁸ Karl R. Popper, *Mizeria istoricismului*, Editura All, 1996.

acțiune rapidă și diverse modalități de influențare. În domeniul militar, acest lucru poate însemna, așa cum am subliniat anterior, capacități ISR pentru operații contrateroriste și alte acțiuni militare, inclusiv lovituri aeriene cu drone în regiunea Orientului Mijlociu⁴⁹. Alte aplicații se referă la reconstituirea situațiilor tactice sau de teatru, monitorizare etc.⁵⁰.

Am văzut că *Big Data* sprijină dezvoltarea altor tehnologii, cum ar fi cele ale Inteligenței Artificiale, îndeosebi algoritmi predictivi, de *machine learning*, rețelele neurale, care necesită acces la cantități imense de informații pentru a se îmbunătăți⁵¹. Similar pentru vehicule autonome, descoperiri și aplicații în biologie, sănătate, astronomie etc. practic având de-a face cu serii de invenții și instrumente care se influențează reciproc⁵². La rândul lor, alte tehnologii pot compensa unele probleme create de volumul mare de date, cum ar fi cele legate de stocare sau prelucrare.

Big Data pot conduce la controverse în domeniul securității. O problemă pentru adaptarea acestor tehnologii este practica de *sharing*, accesul liber și uneori chiar agresiv la informații (prin *mining*, spre exemplu) și caracterul deschis și relativ cooperativ al tehnologiilor respective și al culturii specialiștilor din domeniu, care intră în tensiune cu necesitatea protecției informațiilor clasificate⁵³. Din acest motiv, vor exista, probabil, tot timpul dificultăți de adaptare, iar avansul sectoarelor civile va fi menținut, dar sunt posibile o serie de implementări, în special în cazul sistemelor ale căror avantaje sunt probate. O a doua dispută se referă la tensiunea tipică dintre securitatea națională și libertatea individuală, ilustrată de problema spațiului personal și de temerile legate de protecția drepturilor individuale, din

⁴⁹ Bowden, *op. cit.*

⁵⁰ *Ibidem.*

⁵¹ Dawn E. Holmes, *op. cit.*

⁵² *Ibidem.*

⁵³ Philip S. Anton *et al*, *Assessing the Use of Data Analytics in the Department of Defense Acquisition and Enabling Data Management to Improve Acquisition Outcomes*, RAND, 2019, pp. 49, 79, 108.

ultimii douăzeci de ani, o reflecție a unor îngrijorări mai profunde legate de impactul informatizării și al automatizării⁵⁴.

De exemplu, unele sisteme sunt folosite pentru monitorizarea amenințărilor teroriste și au trezit critici legate de riscurile pe care le prezintă pentru drepturile individuale, în special după atentatele din 11 septembrie 2001 și înăsprirea legislației în democrațiile occidentale. Cazurile *Total Informational Awareness*, *ECHELON* și scandalurile legate de dezvăluirile lui Edward Snowden implicau tehnologii de colectare și prelucrare *Big Data*⁵⁵. În cadrul autocrațiilor, China a ieșit în evidență printr-un sistem de anvergură de supraveghere și control al populației, numit al „creditului social”, care integrează principalele activități individuale și conține medii multiple, sistem la dezvoltarea căruia au colaborat și companii occidentale⁵⁶.

Problema clasică a datelor este combinația dintre insuficiență și abundență. Mecanismele de generare sunt aleatorii, depind de interacțiunile sociale, iar majoritatea lor sunt nestructurate, ceea ce înseamnă că necesită un efort special de prelucrare, de obicei tot prin intermediul unor algoritmi specializați⁵⁷. Deseori, date necesare pur și simplu nu există, în timp ce multe informații sunt inutile, nu sunt înregistrate sau sunt dificil de înțeles și apreciat la timp, probleme ce se pot complica odată cu creșterea în continuare a volumului de date.

Unul dintre punctele slabe subestimate de adepții *Big Data* este dependența de gândirea corelativă care poate sugera legături inexistente, confirma prejudecăți și încuraja perpetuarea unor erori, cu condiția să fie suficient de populare⁵⁸. Cum domeniul securității are de-a face cu cazuri, nu cu generalități, iar acestea pot implica mize mari, eșecurile pot fi destul de periculoase, dacă sistemele nu sunt privite cu

⁵⁴ Vezi Barry Buzan, *Popoarele, statele și teama*, Editura Cartier, Chișinău, 2000.

⁵⁵ Dawn E. Holmes, *op. cit.*; Viktor Mayer-Schoenberger, Kenneth Cukier, *op. cit.*

⁵⁶ Derek Grossman, Christian Curriden, Logan Ma, Lindsey Polley, J.D. Williams, Cortez A. Copper III, *op. cit.*, pp. 19-22; Ryan Gallagher, „How U.S Tech Giants Are Helping to Build China’s Surveillance State”, *The Intercept*, 11 iulie 2019, URL: <https://theintercept.com/2019/07/11/china-surveillance-google-ibm-sempian/>, accesat la 15 iulie 2021.

⁵⁷ Schutt, O’Neil, *op. cit.*

⁵⁸ Dawn E. Holmes, *op. cit.*; Viktor Mayer-Schoenberger, Kenneth Cukier, *op. cit.*

o anume rezervă. Rămân și clasicele dileme ale interpretărilor sociale și culturale⁵⁹.

Sistemele actuale presupun expansiunea globală continuă a economiei de piață și a capitalismului, dar tensiunile dintre SUA și China și posibilitățile de fragmentare sau de regionalizare a rețelelor vor constrânge și configura dezvoltarea acestora în viitor. Beijingul și-a construit propria sa versiunea de conectivitate, în spatele unui „Mare Firewall” și, după cum am văzut, a investit masiv în tehnologii *Big Data* pentru supravegherea populației, dar și în domeniul securității, devenind un potențial competitor al occidentalilor în domeniu⁶⁰. În rivalități simetrice, după cum sugerează logica clausewitziană, obținerea unor date de calitate și accesul s-ar putea dovedi problematice, după cum au subliniat experții, acesta fiind unul dintre motivele pentru care sunt explorate alte instrumente⁶¹.

Conflictele neregulate continuă să rămână o problemă, chiar și în condițiile în care dezvoltarea *Big Data* a oferit forțelor convenționale noi capacități de acțiune. Desfășurate în regiuni și în societăți sărace, în care tehnologia superioară oferă mai puține beneficii sau poate fi contracarată, acestea vor implica și în viitor evitarea înfruntărilor directe și recursul la comportamente ușor de prevăzut sau de supravegheat. De asemenea, s-ar putea recurge la camuflare și la menținerea unei amprente digitale reduse⁶².

⁵⁹ Robert J. Carroll, Brenton Kenkel, ”Prediction, Proxies and Power”, *The American Political Science Review*, 2019, vol. 63 (3), pp. 577-593.

⁶⁰ Manuel Castells, *Comunicare și putere*, Editura comunicare@ro, 2013, pp. 90-91.

⁶¹ Mark Bowden, *op. cit.* De exemplu, experții chinezi definesc *Big Data* în domeniul militar ca „supercomplexe, supersecrete, desfășurabile/flexibile, sigure, implicând un grad puternic de confruntare și disponibile în timp real”, accentuând că „implică o competiție care se desfășoară într-un mediu concooperativ”; vezi He You, Zhu Yanhgyong, Zhao Peng, Chai Yong, Liao Zhicheng, Zhou Wei, Zhou Xiangdong, Wang Haipeng, Wang Wei, Xiong Yun, Xu Zhoujun, Peng Xuang, Meng Hui, Wang Shengjin, ”Panorama of National Defense Big Data”, *Systems Engineering and electronics*, 6, 2016, apud. Derek Grossman, Christian Curriden, Logan Ma, Lindsey Polley, J.D. Williams, Cortez A. Copper III, *op. cit.*, p. 28; David Hambling, ”Drone Swarms are Getting Too fast for Humans to Fight, U.S. General Warns”, *Forbes*, 27 ianuarie 2021, URL: <https://www.forbes.com/sites/davidhambling/2021/01/27/drone-swarms-are-getting-too-fast-for-humans-too-fight-us-general-warns/?sh=5e790800372c>, accesat la 15 iulie 2021.

⁶² Mark Bowden, *op. cit.*

Concluzii

Aparent, *Big Data* nu reprezintă tehnologii emergente, nici disruptive. Aceste instrumente au o vechime de peste un deceniu, iar companiile care le-au promovat, ca Netflix, Amazon sau Facebook sunt de multă vreme organizații recunoscute. Este vorba mai curând despre un sprijin, un însoțitor al unor schimbări de anvergură din societățile contemporane, în special cele legate de internet, telefonie mobilă și rețele sociale. Cu toate acestea, *Big Data* au fost promovate și au reprezentat o componentă importantă a expansiunii tehnologice din ultimii ani.

Acestea nici nu elimină surse de incertitudini fundamentale ca dilema securității. Divergențele referitoare la scopurile pe termen lung urmărite de China, sau la încrederea în conducerea de la Beijing, ilustrează aceste problematici, în timp ce conflictele din Orientul Mijlociu și Asia de Sud sugerează că adversarii pot găsi mijloace de contracarare sau chiar adapta instrumentele respective. Corelația nu este cauzalitate, iar tendințele pot fi oricând supuse interpretărilor, mai ales în ceea ce privește intențiile sau instrumentele celeilalte părți. Tehnologiile respective au devenit deja parte a competiției strategice sau rivalității în curs de amplificare dintre SUA și China.

Big Data amplifică tendințele de automatizare și digitalizare ale politicii, socialului, inclusiv în ceea ce privește comportamentele războinice. Este util de a le privi împreună cu alte instrumente, pentru a avea o imagine mai amplă asupra importanței și consecinței adoptării acestora. Creșterea transparenței la nivel tactic și operațional a avut deja efecte importante în ceea ce privește desfășurarea ostilităților la aceste niveluri. Noi progrese ar putea implica generarea și interpretarea unei cantități și mai mari de fapte, într-un timp și mai scurt, pentru un public din ce în ce mai mare.

Bibliografie:

1. ***, "COVID-19 Dashboard", Center For Systems Science And Engineering, URL: <https://www.arcgis.com/apps/dashboards/bda7594740fd40299423467b48e9ecf6>
2. ACEMOGLU, Daron, "The revolution need not to be automated", *World Economic Forum*, aprilie 2019, <https://www.weforum.org/agenda/2019/04/the-revolution-need-not-be-automated/>
3. ANTON, Ken; PHILIP, S. *et al*, *Assessing the Use of Data Analytics in the Department of Defense Acquisition and Enabling Data Management to Improve Acquisition Outcomes*, RAND, 2019.
4. BOOTH, Ken; WHEELER, Nicholas J., "Uncertainty", în WILLIAMS, Paul D., *Security Studies. An Introduction*, Routledge, 2008.
5. BOWDEN, Mark, "The Killing Machines. How to Think About Drones", *Atlantic*, septembrie 2013, în BOWDEN, Mark, *The Three Battles of Wanat: And Other True Stories*, Atlantic Monthly Press, 2016.
6. BUZAN, Barry, *Popoarele, statele și teama*, Editura Cartier, Chișinău, 2000.
7. CAROLL, Robert J.; KENKEL, Brenton, "Prediction, Proxies and Power", *The American Political Science Review*, 2019, vol. 63 (3), pp. 577-593.
8. CASTELLS, Manuel, *Comunicare și putere*, Editura comunicare@ro, 2013.
9. CLAUSEWITZ, Carl von, *Despre război*, Editura Antet, București, 2006 [1982].
10. DAVENPORT, Tom; GUSZCZA, Jim; SMITH, Tim; STILLER, Ben, "Analytics and AI-driven enterprises thrive in the Age of With", *Deloitte Insights*, 25 iulie 2019, <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/topics/analytics/insight-driven-organization.html>

11. EVERSDEN, Andrew, "So what problems does JEDI solve, really?", *Federal Times*, 30 octombrie 2019, <https://www.federaltimes.com/govcon/contracting/2019/10/30/so-what-problems-does-jedi-solve-really/>
12. FEARON, James D., "Rationalist Explanations for War", *International Organization*, 49(3), primăvara 1995, pp. 379-414.
13. FOUCAULT, Michel, *Nașterea biopoliticii*, Idea Design&Print, Cluj Napoca, 2007.
14. GALLAGHER, Ryan, "How U.S Tech Giants Are Helping to Build China`s Surveillance State", *The Intercept*, 11 iulie 2019, <https://theintercept.com/2019/07/11/china-surveillance-google-ibm-temptation/>
15. HAMBLING, David, "Drone Swarms are Getting Too fast for Humans to Fight, U.S. General Warns", *Forbes*, 27 ianuarie 2021, <https://www.forbes.com/sites/davidhambling/2021/01/27/drone-swarms-are-getting-too-fast-for-humans-too-fight-us-general-warns/?sh=5e790800372c>
16. HAMILTON, Shane P.; KREUSER, Michael P., "The Big Data Imperative. Air Force Intelligence for the Information Age", *Air and Space Power Journal*, primăvara 2018.
17. HARIDAS, M., "Redifining Military Intelligence Using Big Data Analytics", *Shadow Warrior*, toamna 2015, <https://archive.claws.in/journal/journal-scholarwarrior/index.html>
18. HOLMES, Dawn E., *Big Data: A Very Short Introduction*, Oxford University Press, 2018.
19. IISS, *The Military Balance 2018*.
20. JAMES, Andrew D., *Emerging Technologies and Military Capability*, RSIS, 2019.
21. KENT, Jessica, "John Hopkins Develops Real-Time Data Dashboard to Track Coronavirus", *Health IT Analytics*, 11 martie 2020, <https://healthitanalytics.com/news/johns-hopkins-develops-real-time-data-dashboard-to-track-coronavirus>

22. KING, Gary; KEOHANE, Robert O.; VERBA, Sydney, *Fundamentele cercetării sociale*, Editura Polirom, Iași, 2000.
23. KNUTH, Donald E., *The Art of Computer Programming*, vol. I, Editura Addison-Wesley, 2013 [1997].
24. LANGVILLE, Amy N.; MEYER, Carl D., *Who`s #1? The Science of Rating and Ranking*, Princeton University Press, f.l., 2012.
25. MAYER-SCHOENBERGER, Viktor; CUKIER, Kenneth, *Big Data: A Revolution That Will Transform How We Live, Work, and Think*, Houghton Mifflin Harcourt, 2013
26. MITTAL, Vikram, "The Next JEDI: The Joint Warfighter Could Capability", *Forbes*, 10 iulie 2021, URL: <https://www.forbes.com/sites/vikrammittal/2021/07/10/the-next-jedi-the-joint-warfighter-cloud-capability/?sh=f2f8f8c8550b>
27. PARDO, Ramon Pacheco; PABON, Mauricio Avendano; CHEN, Xuechen; JING, Bo-jiun; et al. "Preventing the next pandemic: lessons from East Asia", Faculty of Social Science and Public Policy, King's College, London, mai 2020.
28. PETROV, Christo, "Big Data Statistics 2020", 22 martie 2019, <https://techjury.net/stats-about/big-data-statistics/#gref>
29. POPPER, Karl R., *Mizeria istoricismului*, Editura All, 1996.
30. Rehan Ijaz, "Google Big Data Algorithms Shift Emphasis to Onsite Content", *SmartData Collective*, <https://www.smartdatacollective.com/google-big-data-algorithms-shift-emphasis-onsite-content/>
31. ROMAN, Daniel „Riposta antiaeriană în operațiile forțelor terestre, în contextul tehnologizării GIS a spațiului de luptă modern”, *Buletinul Universității Naționale de Apărare „Carol I”*, decembrie 2019.
32. ROSEN, Kenneth H., *Discrete Mathematics and its Applications*, McGraw Hill, 2012.
33. SCHUTT, Rachel; O`NEIL, Cathy, *Doing Data Science*, O`Reily Media, 2013.

34. SONG, Xiao; WU, Yulin; MA, Yaofei; CUI, Yonh; GONG, Guanghong, "Military Simulation Big Data: Background, State of the Art, and Challenges", *Mathematical Problems in Engineering*, 2015.
35. VAN PUYVELDE, Damien; COULTHART, Stephen; SHAHRIAR, Hossain M., "Beyond the buzzword: Big Data and national-security decision-making", *International Affairs*, 93: 6, 2017.
36. WU, Jun; WANG, Jian; NICHOLAS, Stephen; MAITLAND, Elizabeth; FAN, Qiuyan, "Application of Big Data Technology for COVID-19 Prevention and Control in China: Lessons and Recommendations", *Journal of Medical Internet Research*, 22(10), octombrie 2020, <https://www.jmir.org/2020/10/e21980>
37. ZAMFIR, Cătălin, *Structurile gândirii sociologice*, Editura Politică, 1987.
38. ZODIAN, Mihai, *Perspective Epistemologice și predicții în relațiile internaționale*, Editura Universității Naționale de Apărare „Carol I”, 2015.

INTELIGENȚA ARTIFICIALĂ

Crăișor-Constantin IONIȚĂ
Gabriel STOENESCU

Creierul uman are aproximativ 100 de miliarde de neuroni care sunt interconectați. Iar informațiile sunt transmise între acești neuroni sub formă de impulsuri electrice. Acest lucru ne permite să învățăm, să tragem concluzii și să gândim abstract. În ceea ce privește așa-numita inteligență artificială (*Artificial Intelligence/AI*), se utilizează „neuroni” care sunt simulați artificial și instruiți prin intermediul algoritmilor (vezi figura nr. 2).



Figura nr. 2: Stimularea artificială a „neuronilor”
inteligenței artificiale⁶³

Cu toate acestea, scopul nu este reproducerea inteligenței umane. În schimb, ramura de bază a acesteia, denumită învățarea mecanică (*Machine Learning/ML*), permite sistemelor să învețe recunoașterea tiparelor pe baza unei cantități mari de date.

⁶³ Sursa: <https://www.soloplan.com/>

Definire

Apărută încă din anul 1956, inteligența artificială este un domeniu al informaticii (roboticii sau științei datelor) care are ca obiect de studiu realizarea unui sistem computerizat care să poată imita inteligența umană. Este alcătuit din două cuvinte, „inteligență” și „artificial”, însemnând „o putere de gândire creată de om”. Prin urmare, îl putem considera o tehnologie prin care se pot realiza sisteme inteligente ce pot simula inteligența umană.

Sistemul de inteligență artificială nu trebuie să fie preprogramat, el folosind algoritmi care pot funcționa cu propria lor inteligență. Acesta implică algoritmi de învățare automată, cum ar fi algoritmul de învățare a armării și rețelele neuronale de învățare profundă (*Deep Learning/DL*) – vezi Figura nr. 3⁶⁴.

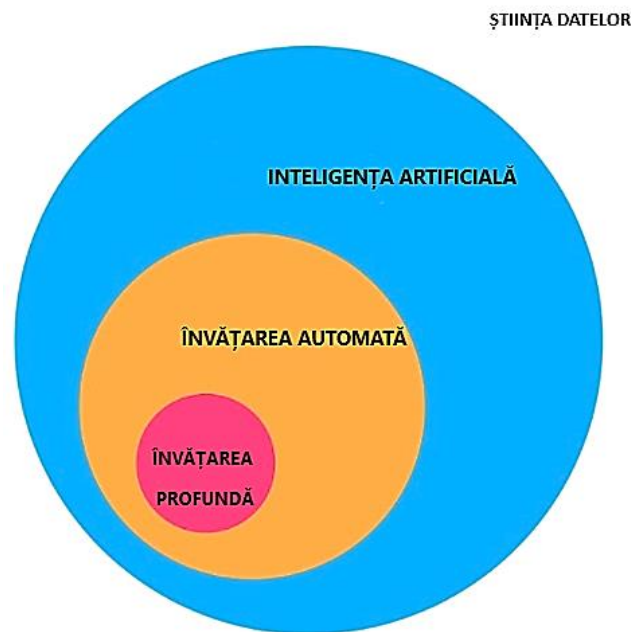


Figura nr. 3: O reprezentare vizuală a legăturii dintre știința datelor și inteligența artificială⁶⁵

⁶⁴ ***, „Diferența dintre inteligența artificială și învățarea automată”, 20 aprilie 2018, *Javatpoint*, URL: <https://www.javatpoint.com/difference-between-artificial-intelligence-and-machine-learning>, accesat la 17.06.2021.

⁶⁵ Sursa: <https://www.mygreatlearning.com/blog/difference-data-science-machine-learning-ai/>

Totodată, AI reprezintă capacitatea mașinilor informatizate sau a computerelor de a îndeplini atribuții și sarcini asociate în mod obișnuit cu inteligența umană. Deși nu există, încă, o definiție agreată la nivel internațional nici de către academicieni, nici de către cercetători, definiția cea mai des acceptată a AI este cea dată în 1955 de omul de știință John McCarthy, care afirma că: „Este vorba despre inteligență artificială atunci când o mașină se comportă într-un mod care ar putea fi considerat inteligent, dacă ar fi vorba de un om”⁶⁶.

O altă definiție este dată de profesorul Andrew Moore, fostul decan al Școlii de Informatică de la Universitatea Carnegie Mellon (CMU) din Pittsburg, care afirma că „Inteligența artificială este știința și ingineria de a face computerele să se comporte în moduri care, până de curând, credeam că necesită inteligență umană”⁶⁷ (vezi Figura nr. 4).

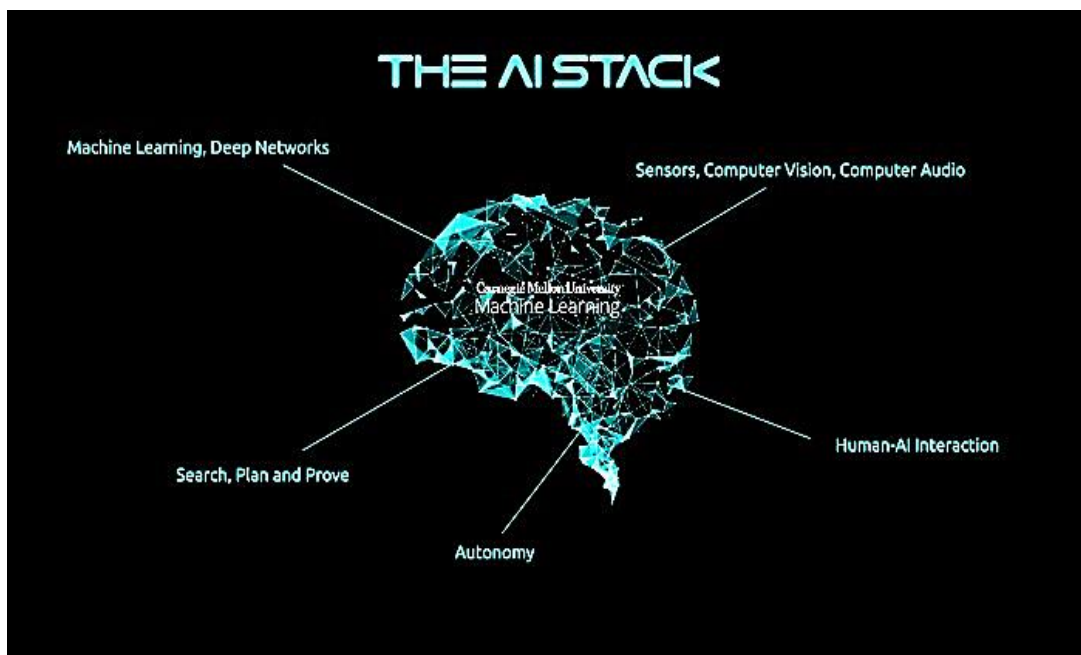


Figura nr. 4: Construirea unui sistem AI, explicată de profesorul Andrew Moore⁶⁸

⁶⁶ ***, „Inteligența Artificială: definiție, tipuri de AI, cum învață și ce aplicații are”, *Gotech.World*, URL: <https://gotech.world/inteligenta-artificiala-definitie-tipuri-de-ai-cum-invata-si-ce-aplicatii-are/>, accesat la 15.05.2021; ***, „What is Artificial Intelligence?”, *Oracle România* la 22.05.2019, pe site-ul <https://www.oracle.com/ro/artificial-intelligence/what-is-artificial-intelligence.html>, accesat la 17.06.2021.

⁶⁷ Robert Iriondo, „Differences between AI and Machine Learning and Why it Matters”, un articol publicat la data de 16.10.2018, pe site-ul <https://pub.towardsai.net/differences-between-ai-and-machine-learning-and-why-it-matters-1255b182fc6>, accesat la 23.06.2021.

⁶⁸ Sursa: YouTube

Profesor asistent și cercetător la CMU, Zachary Lipton, a adus mai multe clarificări termenului AI, descriindu-l drept „aspirațional, o țintă în mișcare bazată pe acele capacități pe care oamenii le posedă, dar pe care mașinile nu le posedă”⁶⁹. AI include, de asemenea, o măsură considerabilă a progreselor tehnologice pe care le cunoaștem, precum *învățarea automată* (ML). Tehnologiile anterioare ale AI au folosit diferite tehnici, cum ar fi Deep Blue-AI care l-a învins pe campionul mondial la șah în 1997, folosind o metodă numită „algoritmi de căutare a mișcărilor” pentru a evalua milioane de mișcări la fiecare moment al jocului.

O altă definiție a fost dată de Kaplan și Haenlein, care au considerat că inteligența artificială reprezintă „capacitatea unui sistem de a interpreta corect datele externe, de a învăța din astfel de date și de a folosi ceea ce a învățat pentru a-și atinge obiective și sarcini specifice printr-o adaptare flexibilă”⁷⁰.

Principalele abilități inteligente umane pe care trebuie să le dovedească un sistem AI (un computer sau un robot coordonat de un computer) sunt: capacitatea de a raționa; abilitatea de a descoperi sensul într-o situație dată; abilitatea de a generaliza, plecând de la un caz particular: capacitatea de a învăța din experiențe anterioare⁷¹.

Cum funcționează inteligența artificială

În cel mai larg sens, inteligența artificială este orice tehnologie proiectată să imite, într-un fel sau altul, modul în care funcționează gândirea umană⁷². Tehnologia AI disponibilă astăzi nu poate să copieze mintea umană și să o transforme într-un cip de computer. În schimb,

⁶⁹ *Ibidem*, p. 3.

⁷⁰ ***, „Inteligența Artificială (AI) – Cum funcționează?”, URL: <https://enterprise-concept.ro/2019/08/26/inteligenta-artificiala-ai-cum-functioneaza/>, accesat la 15.05.2021.

⁷¹ ***, „Inteligența Artificială: definiție, tipuri de AI, cum învață și ce aplicații are”, *Gotech.World*, *op. cit.*; ***, „Inteligență artificială”, *Wikipedia*, URL: https://ro.wikipedia.org/wiki/Inteligenta_artificiala, accesat la 15.05.2021.

⁷² ***, „Inteligența Artificială: definiție, tipuri de AI, cum învață și ce aplicații are”, *Gotech.World*, URL: <https://gotech.world/inteligenta-artificiala-definitie-tipuri-de-ai-cum-invata-si-ce-aplicatii-are/>, accesat la 15.05.2021.

partea așa-zis „umană” se referă la experiența pe care o percepe utilizatorul: aceasta trebuie să fie cât mai asemănătoare cu interacțiunea dintre doi oameni⁷³.

În acest sens, sistemele de inteligență artificială trebuie să funcționeze, în mare parte, așa cum funcționează și inteligența unui om, care trebuie să învețe, să se adapteze la condițiile din jur. Aceasta se face la fel ca în cazul oamenilor, prin asimilarea de informații, procesarea lor și păstrarea lor pentru a fi folosite în alte situații similare⁷⁴.

Tipuri de inteligență artificială

În funcție de modul în care acționează sau reacționează la factori externi, AI se împarte în trei tipuri principale. Primele două sunt deja implementate în tehnologia care ne înconjoară, în timp ce al treilea tip de AI este structurat doar teoretic, dar reprezintă viitorul în domeniu și se spune că va fi mai inteligent decât oamenii⁷⁵.

1. Inteligență artificială îngustă (narrow) sau slabă (weak)

Este acea AI care există deja în viața noastră: computere inteligente care au fost învățate sau au învățat cum să ducă la îndeplinire anumite sarcini fără să fie programate în mod specific. Asistenții virtuali cum ar fi Siri de la Apple sau Alexa de la Amazon intră în această categorie, la fel și sistemele automate de conducere a vehiculelor sau programele care fac recomandări de produse în funcție de căutările online sau de ultimele achiziții făcute. Toate aceste sisteme pot să învețe cum să ducă la îndeplinire doar anumite sarcini – este motivul pentru care acest tip de AI este considerat „îngust”⁷⁶.

Pentru a înțelege mai ușor cum funcționează acest tip de inteligență artificială, iată câteva dintre modurile în care este folosită: să analizeze și să interpreteze imagini video (de exemplu, cele filmate

⁷³ *Ibidem.*

⁷⁴ *Ibidem.*

⁷⁵ *Ibidem.*

⁷⁶ *Ibidem.*

de drone); să organizeze și să păstreze la zi agenda de lucru; să răspundă la întrebări de bază ale potențialilor clienți; să facă rezervări online; să descopere și să marcheze conținut explicit în mediul online (fotografii, video sau text). Lista este mai lungă, însă un lucru este comun în toate cazurile: activitățile pe care trebuie să le îndeplinească acest sistem de AI au o rază restrânsă de acțiune⁷⁷.

2. Inteligență artificială generală

Este un tip de AI mult mai flexibil decât cel „îngust” dar tot întrebuițat actual, caracterizat prin adaptabilitate și abilitatea de a învăța din experiență cum să ducă la îndeplinire o paletă mult mai vastă de sarcini, unele fără nicio legătură între ele. Pe scurt, este vorba despre un intelect flexibil general care este caracteristic oamenilor⁷⁸.

3. Inteligență artificială puternică (strong)

În funcție de modul în care se raportează la stimulii exteriori și la lumea din jur, inteligența artificială de mare putere este de patru tipuri⁷⁹.

Tipul 1: Mașini reactive

Acesta este modelul de bază al inteligenței artificiale. Sistemul AI reacționează la stimuli externi și nu are nici abilitatea de a memora lucruri, nici posibilitatea de a se folosi de experiențe anterioare pentru a rezolva probleme actuale sau pentru a lua decizii noi⁸⁰.

Tipul 2: Memoria limitată

În această categorie de AI intră sistemele care pot să arunce o privire în trecut, sisteme care pot să aibă o memorie pe termen scurt. Un exemplu în acest caz sunt mașinile autonome. Sistemul AI cu care sunt dotate poate să urmărească alte autoturisme în trafic și să țină cont de viteza și de direcția lor. Acest lucru se poate face de-a lungul timpului, nu doar la un anumit moment dat⁸¹.

⁷⁷ *Ibidem*; ***, „What is Artificial Intelligence?”, *op. cit.*, p. 2.

⁷⁸ ***, „Inteligența Artificială: definiție, tipuri de AI, cum învață și ce aplicații are”, *op. cit.*

⁷⁹ Cosmin Buleu, *Proiect de atestat – Inteligența artificială*, Colegiul Național Petru Rareș, Suceava, 2021, URL: <https://cbuleu18.wixsite.com/my-site>, accesat la 15.05.2021.

⁸⁰ *Ibidem*.

⁸¹ *Ibidem*.

Tipul 3: Teoria minții

În psihologie, teoria minții se referă la capacitatea oamenilor de a deduce gândurile, intențiile și dorințele altor oameni și la abilitatea de a folosi aceste informații pentru a interpreta și a înțelege comportamentul lor. În cazul AI, acest tip ar trebui să facă același lucru: nu doar creează modele ale lumii înconjurătoare, ci analizează și determină comportamentul entităților care o populează, în cazul nostru, oamenii⁸².

Tipul 4: Conștiința de sine

Este și ultimul pe scara evolutivă, cel puțin până în acest moment. Spre deosebire de Inteligența Artificială aflată în stadiul 3, sistemele de tip 4 vor putea să-și formeze o imagine despre ele însele, nu doar despre lumea înconjurătoare sau despre oameni. Cuvântul-cheie este *conștiința de sine*: abilitatea sistemului AI de a se recunoaște ca individualitate, separat de lume și de celelalte entități care fac parte din ea⁸³.

Cum învață un sistem AI

Pe lângă inteligența artificială programată, există în acest moment alte trei metode prin care un sistem AI poate să învețe lucruri noi⁸⁴.

1. Învățarea mecanică (Machine Learning)

Învățarea mecanică este o parte importantă a Inteligenței Artificiale. Este un tip de învățare prin care computerele primesc o cantitate uriașă de date pe care le analizează, din care învață și în baza cărora (re)acționează, fără să aibă nevoie de o programare specifică. Un exemplu în acest sens sunt asistenții virtuali care pot înțelege comenzile vocale⁸⁵.

2. Învățarea profundă (Deep Learning)

Învățarea profundă este o metodă de învățare mecanică aprofundată, prin intermediul căreia computerele învață să facă lucruri

⁸² *Ibidem*; ***, „Inteligența Artificială: definiție, tipuri de AI, cum învață și ce aplicații are”, *op. cit.*

⁸³ ***, „Inteligența Artificială: definiție, tipuri de AI, cum învață și ce aplicații are”, *op. cit.*

⁸⁴ *Ibidem.*

⁸⁵ *Ibidem.*

într-un fel foarte apropiat de cel uman: să învețe din experiență. Învățarea profundă este tehnologia-cheie din spatele autoturismelor autonome și ceea ce le permite să identifice un semn de STOP sau să facă diferența dintre un pieton și un stâlp de iluminat. Pe scurt, învățarea profundă permite unui computer să învețe direct din sunet, text și imagine⁸⁶.

3. Rețelele neurale

Rețelele neurale sunt nucleul Inteligenței Artificiale și sunt esențiale pentru învățarea mecanică. Acestea sunt rețele interconectate de algoritmi, inspirate de rețelele neurale biologice, existente în creierul uman. Aceste rețele fac schimb de date și pot fi programate pentru a îndeplini anumite sarcini într-un mod complex care încearcă să imite gândirea umană. Ele învață să îndeplinească obiective și procese analizând exemplele pe care le primesc din afară, de obicei fără să fie programate să ducă la bun sfârșit o sarcină anume. Ideea de Inteligență Artificială este legată de rețelele neuronale, pentru că dezvoltarea acestora este singura metodă actuală prin care se poate dezvolta AI-ul⁸⁷.

Metode de învățare mecanică

Învățarea mecanică este un element-cheie al inteligenței artificiale și este, în mod obișnuit, împărțită în două mari categorii: învățare mecanică asistată și învățare mecanică neasistată⁸⁸.

Învățarea mecanică asistată este o metodă comună de „educare” a unui sistem AI prin antrenarea lui cu ajutorul unei cantități uriașe de date etichetate în prealabil. Aceste date sunt introduse în sistem, iar inteligența artificială se folosește de ele pentru a analiza date noi. Pe de altă parte, tehnologia este în continuă evoluție și, pe termen lung, accesul la baze uriașe de date s-ar putea dovedi mai puțin eficient ca accesul la surse masive de putere de calcul. Spre deosebire de învățarea mecanică asistată, cea neasistată folosește o abordare diferită: sistemul

⁸⁶ *Ibidem.*

⁸⁷ *Ibidem.*

⁸⁸ *Ibidem.*

încearcă să identifice anumite tipare sau șabloane în informațiile pe care le primește și abia apoi încearcă să le categorisească, folosind anumite similarități⁸⁹.

Învățarea automată (Machine Learning/ML)

Învățarea automată (*Machine Learning/ML*) este ramura cea mai cunoscută a inteligenței artificiale și este de multe ori confundată cu aceasta, chiar de către utilizatorii/creatorii ei. „AI este un concept mai mare pentru a crea mașini inteligente care pot simula capacitatea și comportamentul gândirii umane, în timp ce învățarea automată este o aplicație sau un subset de AI care permite mașinilor să învețe din date fără a fi programate în mod explicit”⁹⁰. Ca urmare, putem defini învățarea automată drept „un subdomeniu al inteligenței artificiale, care permite mașinilor să învețe din datele sau experiențele din trecut fără a fi programate în mod explicit”⁹¹.

O altă definiție este prezentată de informaticianul și pionierul învățării automate, Tom M. Mitchell, care precizează că „Învățarea automată este studiul algoritmilor de calcul care permit programelor computerizate să se îmbunătățească automat prin experiența acumulată. ML este unul dintre modurile în care ne așteptăm să realizăm AI. Învățarea automată se bazează pe lucrul cu seturi de date mici sau mari, examinând și comparând datele pentru a găsi modele comune și a explora nuanțe”⁹².

Învățarea automată permite unui sistem computerizat să facă predicții sau să ia unele decizii folosind date istorice fără a fi programat în mod explicit. Învățarea automată utilizează o cantitate masivă de date structurate și semistructurate, astfel încât un model de învățare automată să poată genera rezultate precise sau să ofere predicții pe baza acestor date.

⁸⁹ *Ibidem.*

⁹⁰ ***, „Diferența dintre inteligența artificială și învățarea automată”, *op. cit.*

⁹¹ ***, „Diferența dintre inteligența artificială și învățarea automată”, *op. cit.*, p. 1.

⁹² Robert Iriondo, *op. cit.*, p. 2.

Învățarea automată funcționează pe baza unui algoritm care învață prin propriile date, folosind date istorice și funcționează numai pentru domenii specifice. Învățarea automată este utilizată în diferite locuri, cum ar fi sistemul de recomandare online, algoritmi de căutare Google, filtrul de e-mail spam, sugestia de etichetare a prietenilor Facebook Auto etc. Acest tip de învățare poate fi împărțit în trei tipuri:

- învățare *supravegheată*, în care algoritmi de învățare supravegheată încearcă să modeleze relația și dependențele dintre ieșirea de predicție țintă și caracteristicile de intrare, astfel încât să putem prezice valorile de ieșire pentru noile date pe baza acelor relații, pe care le-a învățat din seturile de date anterior alimentate;
- învățare *nesupravegheată* este familia algoritmilor de învățare automată, care au utilizări principale în detectarea tiparelor și modelarea descriptivă; acești algoritmi nu au categorii de ieșire sau etichete pe date (modelul se antrenează cu date neetichetate);
- învățarea *forțată* își propune să utilizeze observațiile colectate din interacțiunea cu mediul său pentru a întreprinde acțiuni care să maximizeze recompensa sau să minimizeze riscul; în acest caz, algoritmul de învățare a întăririi (numit agent) învață continuu din mediul său folosind iterația.

Pentru o mai ușoară înțelegere a celor două definiții, tabelul de mai jos prezintă principalele diferențe între Inteligența Artificială (AI) și învățarea automată (ML):

Tabelul nr. 1: Diferențele cheie între AI și ML⁹³

Inteligență artificială (AI)	Învățarea automată (ML)
Inteligența Artificială este o tehnologie care permite unei mașini să simuleze comportamentul uman.	Învățarea automată este o ramură a AI care permite unei mașini să învețe automat din datele anterioare fără să programeze în mod explicit.

⁹³ Sursa: <https://www.javatpoint.com/difference-between-artificial-intelligence-and-machine-learning>

Inteligență artificială (AI)	Învățarea automată (ML)
Scopul AI este de a crea un sistem computerizat inteligent ca oamenii pentru a rezolva probleme complexe.	Scopul ML este de a permite mașinilor să învețe din date, astfel încât să poată oferi rezultate exacte.
În AI, creăm sisteme inteligente pentru a îndeplini orice sarcină ca un om.	În ML, învățăm mașinile cu date să efectueze o anumită sarcină și să dea un rezultat precis.
Învățarea automată și învățarea profundă sunt cele două ramuri principale ale AI.	Învățarea profundă este un subset principal al învățării automate.
AI are o gamă foarte largă de domenii.	Învățarea automată are un domeniu limitat.
AI lucrează pentru a crea un sistem inteligent care poate îndeplini diverse sarcini complexe.	Învățarea automată funcționează pentru a crea mașini care pot îndeplini numai acele sarcini specifice pentru care au primit instruire.
Sistemul AI este preocupat de maximizarea șanselor de succes.	Învățarea automată este preocupată în principal de acuratețe și tipare.
Principalele aplicații ale AI sunt Siri, asistența pentru clienți folosind chatbots, Expert System, joc online, robot umanoid inteligent etc.	Principalele aplicații ale învățării automate sunt sistemul de recomandare online, algoritmi de căutare Google, sugestii de etichetare a prietenilor Facebook etc.
Pe baza capacităților, AI poate fi împărțit în trei tipuri: <i>AI slab</i> , <i>AI general</i> și <i>AI puternic</i> .	Învățarea automată poate fi, de asemenea, împărțită în principal în trei tipuri: <i>învățarea supravegheată</i> , <i>învățarea nesupravegheată</i> și <i>învățarea prin întărire</i> .
Include învățarea, raționamentul și autocorecția.	Include învățarea și autocorecția atunci când sunt introduse date noi.
AI se ocupă complet de date structurate, semistructurate și nestructurate.	Învățarea automată se ocupă de date structurate și semistructurate.

Aplicații pentru inteligența artificială

Inteligența Artificială a intrat, sub mai multe forme, în viața cotidiană. Aceasta există în magazinele online și este folosită ca să facă recomandări pentru noi cumpărături în funcție de achizițiile anterioare, de asemenea, este unul dintre motoarele inteligente din spatele unor platforme precum Siri și Alexa. AI analizează și recunoaște cine sau ce apare într-o fotografie, detectează spamul sau fraudele cu carduri bancare. Pe lângă toate aceste utilizări, cele mai importante domenii de implementare a inteligenței artificiale, unele dintre ele fiind deja comune în tehnologia de astăzi, sunt: medicina, industria militară, finanțele, educația, recunoașterea facială și vocală, procesarea foto și video, creativitatea artificială (scriere, compoziție muzicală etc.), procesarea limbajului natural, recunoașterea scrisului de mână și realitatea virtuală⁹⁴.

După cum o știm astăzi, AI este reflectată în gadgeturi de interacțiune om-mașină precum cele de la Google Home, Siri și Alexa, sau în sistemele de predicție video alimentate prin învățare automată care alimentează Netflix, Amazon și YouTube. Aceste progrese tehnologice devin din ce în ce mai esențiale în viața noastră de zi cu zi. AI sunt asistenți inteligenți care ne îmbunătățesc abilitățile deținute ca oameni și profesioniști – făcându-ne mai productivi.

AI este în continuă redefinire, definiția sa modificându-se pe măsură ce progresele tehnologice conexe se dovedesc a fi dezvoltate în continuare. Posibil, în câteva decenii, progresele inovatoare actuale ale AI ar putea să fie considerate la fel de plictisitoare precum sunt acum pentru noi telefoanele cu clapetă (*flip phones*).

Tendențe de dezvoltare

Perspectiva generală asupra AI este că mașinile inteligente și conștiente sunt pe cale să devină o realitate. Sistemele AI existente

⁹⁴ Pavel Manolache, Catălin Ciobanu, Stefan Cebotaru, Maxim Șchiopu, „Impactul inteligenței artificiale în viața cotidiană”, Universitatea Tehnică a Moldovei, URL: http://repository.utm.md/bitstream/handle/5014/2932/Conf_UTM_2019_I_pg211-212.pdf?sequence=1&isAllowed=y, accesat la 15.05.2021.

înțeleg comenzi verbale, pot distinge imagini sau conduc autoturismele, așa că e o chestiune de timp până când vom putea avea o discuție aprinsă cu un robot⁹⁵.

Deși neacceptată cu ușurință de mulți cercetători, principala tendință a AI este aceea de a egala factorul uman, devenind conștientă și luând decizii proprii. În articolul intitulat „Cele mai recente dezvoltări tehnologice în cadrul războiului de tip «mozaic»”, publicat în revista *Impact Strategic* nr. 1/ 2021, am prezentat una din premierele mondiale ale acestor evoluții *high-tech*, exprimată de profesorul american, David Chalmers, de la Universitatea din New York, privind conștientizarea Inteligenței Artificiale, prin realizarea sistemului *Generative Pre-trained Transformer 3 (GPT-3)* ce excelează în domeniul limbajului. Acest sistem (vezi figura nr. 5) realizat de laboratorul american de cercetare OpenAI al lui Elon Musk, în iunie 2020, „generează text cu o minimă intervenție umană, într-un ritm extrem de rapid. Poate recunoaște și reda modele de cuvinte, chiar înainte de a estima ce va urma, grație puterii sale incredibile obținute cu ajutorul celor 175 de miliarde de parametri lingvistici”⁹⁶.



Figura nr. 5: Sistemul de inteligență artificială GPT-3⁹⁷

⁹⁵ ***, „Inteligența Artificială: definiție, tipuri de AI, cum învață și ce aplicații are”, *op. cit.*

⁹⁶ Anca Grădinaru, „Revoluția AI. Un om de știință susține că inteligența artificială a devenit conștientă”, *Digi 24*, 1 ianuarie 2021, URL: <https://www.digi24.ro/stiri/sci-tech/revolutia-ai-un-om-de-stiinta-sustine-ca-inteligenta-artificiala-a-devenit-constienta-1424650>, accesat la 04.02.2021.

⁹⁷ Sursa: Fuliver/GettyImages

Astfel, acest sistem de învățare automată este considerat primul precursor al unei inteligențe artificiale de tip general care a atras admirația întregii lumi pentru abilitatea sa remarcabilă de a genera text cu o minimă intervenție umană, putând procesa, conform publicației *Financial Times*, de 45 de miliarde de ori mai multe cuvinte decât cele percepute de un om în întreaga sa viață. În plus, sistemul de AI a învățat să posteze comentarii pe rețeaua de Internet *Reddit*, să conceapă un poem satiric despre Musk, să compună un articol întreg pentru *The Guardian*, să traducă și să rezolve probleme de matematică, iar recent, a scris un scenariu de film de 3 minute și jumătate⁹⁸.

În prezent, inteligența artificială se dezvoltă rapid în lume, fiind folosită din ce în ce mai mult atât în domeniul militar, cât și în afara acestuia. Una din tendințele actuale, o reprezintă folosirea sa în tehnologia *deepfake*, prin exploatarea unui conținut falsificat cu ajutorul inteligenței artificiale, dar care poate fi atât de realistă încât nici computerele să nu o poată depista. O altă utilizare o reprezintă domeniul artistic al designului, unde deja compania rusească multidisciplinară *Art.Lebedev Studio* a realizat un designer computerizat, denumit „Nikolai Ironov” pe care l-au inclus în peste 20 de proiecte diferite ce presupuneau construirea de logo-uri de brand și fabricarea unei identități de marcă⁹⁹. Aceeași abordare o are și compania *Mailchimp*, care se folosește de AI ca să le permită companiilor să inventeze campanii de marketing fără contribuție umană, iar *Adobe* a lansat pe piața produsul „Sensei”, un asistent AI pentru design¹⁰⁰. Alte domenii de întrebuințare ale diferitelor aplicații AI sunt: asistență vocală,

⁹⁸ Anca Grădinaru, „Revoluția AI. Un om de știință susține că inteligența artificială a devenit conștientă”, *Digi 24, op. cit.*, accesat la 04.02.2021; N.A.: Studenții care au făcut filmul în cadrul testărilor de laborator, s-au folosit de o unealtă derivată din GPT-3, intitulată ”Shortly Read”. Ei au scris primele replici, apoi au lăsat inteligența artificială să se dezlănțuie. Tot ce urmează se bazează pe 175 de miliarde de parametri – adică asociațiile pe care algoritmul le trasează între cuvinte și fraze, în funcție de datele cu care a fost antrenat.

⁹⁹ *Ibidem*.

¹⁰⁰ *Ibidem*.

sisteme de recunoaștere a vocii și facială, roboți, automobile autonome¹⁰¹.

Ca măsură de protecție în urma discuțiilor ce au urmat acestei premiere științifice, în care s-a constatat că sistemele de AI întrec performanțele confrăților umani în mai multe aspecte – nu dorm, nu se îmbolnăvesc, nu au blocaje creative și pot completa o sarcină în câteva secunde –, UE a reacționat cerând statelor membre să-și consolideze legislația pentru protejarea drepturilor fundamentale ale cetățenilor în contextul unei creșteri a utilizării aplicațiilor de tip AI, care ar putea deveni sursa unor erori și discriminări¹⁰².

Faptul că pandemia de coronavirus a accelerat adoptarea AI la nivel european (42% dintre companiile europene recurg la folosirea aplicațiilor care au încorporate AI: Cehia 61%, Bulgaria și Lituania 54%, fiind cele mai avansate) și că aceasta a început să fie utilizată și de forțele de ordine, precum și de sectorul medical, sectorul privat și de agențiile de informații, au ridicat problema riscului adoptării fără limite a noilor tehnologii, fără a evalua impactul social al utilizării lor și a posibilității încălcării vieții private a oamenilor și a crea discriminări la angajare dacă anumite criterii exclud categoriile de populație pe baza numelui de familie sau a adresei¹⁰³.

Tot în premieră, la nivel militar, Forțele Aeriene americane au testat, la 15 decembrie 2020, posibilitatea copilotării unui avion de spionaj de tip „U-2 Dragon Lady” de către un sistem de inteligență artificială. Algoritmul de inteligență artificială, cu numele de

¹⁰¹ *Ibidem*.

¹⁰² ***, „Realitatea internațională pe scurt (15 decembrie 2020)”, URL: https://moldova-suverana.md/article/realitatea-internationala-pe-scurt-15-decembrie-2020_35601, accesat la 04.02.2021.

¹⁰³ *Ibidem*; Adrian Dumitru, „Uniunea Europeană vrea să își apere cetățenii de inteligență artificială. Care este motivul”, *Digi 24*, 14 decembrie 2020, URL: <https://www.digi24.ro/stiri/externe/ue/uniunea-europeana-vrea-sa-isi-apere-cetatenii-de-inteligenta-artificiala-care-este-motivul-1417574>; Constantinescu Gabriel, „Cum amenință Inteligența Artificială drepturile cetățenilor. Semnalul de alarmă tras de o agenție a Uniunii Europene”, *Lumea Politică*, URL: <https://lumeapolitica.ro/actualitate/cum-ameninta-inteligenta-artificiala-drepturile-cetatenilor-semnalul-de-alarma-tras-de-o-agentie-a-uniunii-europene/>, accesate la 04.02.2021.

„ARTUμ”, a fost dezvoltat de cercetătorii de la un laborator federal american, pentru a executa comenzi și sarcini specifice pe care, în mod obișnuit, le-ar fi executat un copilot¹⁰⁴. Apreciind că ne aflăm deja într-o cursă a înarmării cu AI, secretarul-adjunct pentru achiziții, tehnologie și logistică al Forțelor Aeriene americane, dr. Will Roper, a declarat că „este primul astfel de zbor, un imens salt înainte în ce privește securitatea națională în era digitală. Folosirea inteligenței artificiale în siguranță în timpul unui zbor de acest tip reprezintă trecerea într-o nouă eră a relației dintre oameni și roboți. Dacă nu am fi realizat pe deplin potențialul inteligenței artificiale, acest lucru ar fi însemnat cedarea unui avantaj important adversarilor noștri”¹⁰⁵. Declarația vine în contextul în care, un raport recent al Pentagonului a prezentat faptul că, în ultimii cinci ani, China a reușit folosirea unor nave de suprafață fără echipaj uman, pilotate în totalitate de AI pentru a-și face cunoscute revendicările în Marea Chinei de Sud și că au testat tancuri fără echipaj uman, ca parte a eforturilor de cercetare pentru integrarea AI în echipamentele Forțelor Terestre chineze¹⁰⁶. Rolul pe care îl vor avea în viitor sistemele AI și aplicațiile în care vor fi utilizate nu poate decât să evolueze de la un an la altul, iar deschizătorii de drumuri – marile companii mondiale care se specializează în această direcție, cum ar fi Google, Amazon, Apple – arată că interesul în AI nu este deloc unul efemer¹⁰⁷.

Aceste sisteme au ajutat domeniile în care erau implicate volume mari de cunoștințe (cum ar fi determinarea diagnosticului unei boli), sau

¹⁰⁴ Adrian Dumitru, „Un avion militar de spionaj a fost copilotat pentru prima oară de un algoritm de inteligență artificială. Cum s-a desfășurat zborul”, *DigiTv*, 18 decembrie 2020, URL: <https://www.digi24.ro/stiri/externe/un-avion-militar-de-spionaj-a-fost-co-pilotat-pentru-prima-oara-de-un-algoritm-de-inteligena-artificiala-cum-s-a-desfasurat-zborul-1420102>, accesat la 03.02.2021.

¹⁰⁵ *Ibidem*, apud. Oriana Pawlyk, ”Air Force U-2 Surveillance Plane Flies First Mission with AI Copilot”, *Military.com*, 16 December 2020, URL: <https://www.military.com/daily-news/2020/12/16/air-force-u-2-surveillance-plane-flies-first-mission-ai-copilot.html>, accesat la 03.02.2021.

¹⁰⁶ *Ibidem*.

¹⁰⁷ ***, „Inteligența Artificială: definiție, tipuri de AI, cum învață și ce aplicații are”, *Gotech.World*, *op. cit.*

au venit în ajutorul dispozitivelor cu mai multe caracteristici complexe (cum ar fi airbagurile), permițând nonexperților să ajungă la o concluzie „la nivel de expert”¹⁰⁸. În prezent, sistemele care întrebuințează metodele de *machine learning* sunt din ce în ce mai sofisticate, fiind integrate, de exemplu, într-o serie de aplicații medicale complexe, cum ar fi diagnosticarea depresiei pe baza unor modele de vorbire, sau identificarea persoanelor cu tendințe de sinucidere¹⁰⁹.

În ceea ce privește știința datelor (*Big data science*), aproximativ 50% din sarcinile realizate de oameni sunt înlocuite de roboți, în prezent; totuși, va mai dura ceva timp până când acest domeniu va fi automatizat complet. Pe același principiu, oamenii de știință au realizat un top al joburilor care sunt amenințate de dezvoltarea inteligenței artificiale, însă trebuie să reținem că eroziunea va fi lentă și va necesita mult timp până să se materializeze¹¹⁰.

În domeniul educațional, unele discipline, precum matematica și informatica pot fi predate cu ușurință de către roboți. În prezent roboții au înlocuit profesorii în câteva situații, cum se întâmplă în cazul zborurilor cu avionul, unde instruirea se realizează pe un simulator cu AI. Practic, avioanele pot zbura fără pilot, dar studiile au arătat ca pasagerii ar fi foarte speriați să urce într-un avion fără pilot¹¹¹.

În domeniul editorial, software-urile care au în spate inteligență artificială vor putea genera texte mult mai corecte și cu o viteză mult mai mare, spre deosebire de un scriitor. Mai mult decât atât, identificarea greșelilor dintr-un text nu mai necesită atenția umană, ci totul se realizează folosind AI¹¹².

Și în domeniul medical există deja roboți care realizează intervenții chirurgicale cerebrale cu o eficiență mai mare decât a unui chirurg. Dar un robot care să prescrie pe loc un medicament

¹⁰⁸ *** „Inteligența Artificială (AI) – Cum funcționează?”, *op. cit.*

¹⁰⁹ *Ibidem.*

¹¹⁰ *Ibidem.*

¹¹¹ *Ibidem.*

¹¹² *Ibidem.*

personalizat, specific nevoilor pacientului, pentru o eficiență cât mai crescută?¹¹³ Posibil, în curând.

Influențe asupra artei militare

În viitorul apropiat, vom observa progrese semnificative în dezvoltarea sistemelor autonome și de învățare automată, inclusiv privind apariția roboților care lucrează împreună în grupuri (roiuri). Sisteme robotice noi și puternice vor fi utilizate pentru a efectua acțiuni complexe, pentru a lua decizii autonome, pentru a executa lovituri letale, pentru a furniza informații și a desfășura misiuni de supraveghere și recunoaștere, cu acoperire pe zone largi ale globului. Organizațiile militare trebuie să planifice încă de pe acum această nouă eră a războiului. Guvernele trebuie să fie pregătite pe toate domeniile acestei schimbări în caracterul războiului: politic, strategic și etic.

Principalele descoperiri tehnologice care ar putea apărea în robotică, precum și în informații, științe cognitive și materiale, sunt, prin ele însele, cu adevărat revoluționare. Aplicațiile militare ale inteligenței artificiale au potențialul de a schimba însăși natura războiului. La nivel strategic, acest lucru ar putea afecta modul în care sunt organizate forțele armate, cum luptă și ce tipuri de sisteme de arme vor avea nevoie. La nivelurile operativ și tactic, capacitățile AI ale inamicului ar putea dicta proiectarea specifică a sistemelor de arme, dezvoltarea de noi tipuri de unități care să combată capacitățile sale de AI și modul în care se desfășoară acțiuni tactice de către unitățile de la nivel brigadă la nivel grupă (echipaj).

Astăzi tehnologia reformulează modul în care sunt duse războaiele. Viitorul războiului va fi modelat de rolul dronelor de mici dimensiuni și al roboților de pe câmpul de luptă, al capacităților cibernetice ofensive, capacităților extraordinare de supraveghere atât pe câmpul de luptă, cât și al unor persoane particulare, de o mai mare

¹¹³ *Ibidem.*

dependență de forțele de operații speciale care acționează în conflicte neconvenționale, precum și de militarizarea spațiului.

Există opinii potrivit cărora AI ar avea potențialul de a schimba natura războiului în sine, în măsura în care războaiele vor fi purtate de sisteme robotice, nu de oameni. De asemenea, AI are potențialul care îi permite angajarea în planificarea și luarea deciziilor, atribuții care au fost anterior responsabilități umane¹¹⁴.

Caracterul războiului se schimbă în funcție de instrumentele care devin disponibile și de influența acestora asupra modului în care militarii se organizează pentru a duce războaiele. Sistemele AI au potențialul de a crește viteza de ducere a luptei. Chiar dacă oamenii continuă să ia decizii finale cu privire la utilizarea forței letale, ducerea luptei cu viteza mașinilor poate crește semnificativ ritmul operațiilor.

Implementarea cu succes a inteligenței artificiale ar putea genera noi concepte de acțiune militară, care să influențeze structura forței și forța angajării sau modul în care militarii se organizează și planifică operațiile. O posibilitate este utilizarea unui număr mare de platforme mai mici, cunoscute sub numele de „roiuri”, pentru operații militare. Algoritmi și sisteme de control concepute pentru a dirija „roiul” există deja în sectorul privat și în mediul academic. Platformele costisitoare și de înaltă calitate ar putea deveni vulnerabile la roiuri de senzori și platforme de arme cu costuri mai mici, care sunt conectate în mod eficient în rețea¹¹⁵.

O altă aplicație potențială pentru AI, care ar putea contura caracterul războiului, este coordonarea prin structuri de algoritmi care lucrează împreună la coordonarea acțiunilor complexe. Inteligența Artificială ar putea accelera tendințele care solicită funcționarea îndelungată a structurii de forțe, precum și nevoia de a combate

¹¹⁴ Joint Force Development, *Joint Operating Environment JOE 2035: The Joint Force in a Contested and Disordered World*, Suffolk, VA: Joint Chiefs of Staff, 2019.

¹¹⁵ Kareem Ayoub, Kenneth Payne, "Strategy in the Age of Artificial Intelligence", *Journal of Strategic Studies*, Volume 39, No. 5-6, 2016, pp. 793-819.

adversarii cu sisteme A2/AD (*Anti Access/Area Denial*), cu costuri rezonabile.

Din punct de vedere cultural, este nevoie de timp și de un efort semnificativ pentru ca forțele armate să adapteze abordările tradiționale de comandă și control pentru a absorbi șocul generat de introducerea AI și a sistemelor autonome, deși superioritatea tehnologică nu garantează succesul militar. AI este probabil să se numere printre cele mai mari provocări privind integrarea mijloacelor și acțiunilor militare din cauza complexității suplimentare pe care o creează pentru arhitecturile de tip rețea.

Tehnologia a început să schimbe o mulțime de elemente fundamentale ale războiului. Letalitatea armelor moderne a „golit” câmpul de luptă. Ceea ce poate fi „văzut” de senzori de diferite tipuri poate fi neutralizat cu lovituri directe și indirecte tot mai precise. AI are potențialul de a îmbunătăți rapid apărarea, continuând să „golească” câmpul de luptă și să-l transforme într-o zonă a nimănui în care sistemele automate și dispozitivele semiautonomie duc acțiuni de luptă. Conflictul ruso-ucrainean din Donbass sugerează că, în războaiele viitoare desfășurate între forțele armate ale statelor, unitățile tactice vor trebui să rămână nevăzute pentru a supraviețui și că acum vor „ocupa” spațiul de luptă în principal prin puterea de foc cu rază lungă de acțiune. Dacă ambele părți au mașini inteligente, războiul poate deveni pur și simplu o situație în care mașinile sunt violente cu alte mașini.

Folosirea războiului informațional de către concurenții strategici sugerează noi tehnici informatice pe care AI le poate îmbunătăți. În loc să distrugă capacitățile și infrastructurile naționale ale altora, acestea ar putea fi exploatate și folosite ca purtători pentru a răspândi confuzia și spiritul de disidență în rândul populației. În acest secol, înfometarea poate să nu fie necesară pentru a prăbuși o națiune; AI poate oferi metode mai eficiente. Războiul poate să nu mai fie violent și ucigător, cu menținerea rolului său tradițional de „instrument politic”¹¹⁶.

¹¹⁶ Carl von Clausewitz, *On War*, Princeton University Press, 1989.

Dar dacă tehnologia se dezvoltă așa cum este de așteptat, scoaterea omului din ciclul decizional asociat luptei ar putea permite dezlănțuirea completă a războiului mașinilor. Rămâne întrebarea dacă AI poate schimba atât de radical războiul, încât să nu mai semene cu ceea ce a fost în întreaga istorie a umanității.

În stadiul actual de dezvoltare, tehnologiile AI sunt la început de drum. Aeronavele moderne fără echipaj pot funcționa în mod autonom, dar încă nu pot executa misiunile complexe pe care le pot îndeplini aeronavele cu echipaj. Roboții tereștri au dificultăți pe teren neregulat. Sistemele autonome actuale nu au realizat progrese semnificative în luarea deciziilor în mod autonom¹¹⁷.

Evoluțiile actuale ale tehnologiei AI în domeniul militar nu au atins încă nivelul la care se poate spune că ar schimba major caracterul războiului. De fapt, se află într-un stadiu de dezvoltare incipient. Cu toate acestea, situația se schimbă rapid. În ciuda tuturor eforturilor, niciun stat sau nicio națiune nu poate fi vreodată pregătit(ă) pe deplin pentru caracterul următorului război. Ca atare, potențialele aplicații militare ale tehnologiilor emergente nu trebuie privite ca un panaceu pentru situația de haos și conflictualitatea care vor continua să definească războiul în viitor. Indiferent de posibilitățile oferite de progresele tehnologice, succesul în următorul conflict se va baza pe geniul uman.

În același timp, așa cum am precizat în articolul publicat anterior, ne confruntăm și cu aspecte morale și etice privind libertatea pe care o asigurăm acestor sisteme robotizate și autonome de a înlocui factorul uman în mediul de operare multidimensional modern sau de a lua propriile decizii pe timpul desfășurării unei operații militare¹¹⁸. Nu numai că pot fi încălcate unele drepturi fundamentale ale omului, ci se neagă însăși posibilitatea existenței unei erori umane care ar putea fi

¹¹⁷ P.K. Mallick, "Artificial Intelligence in Armed Forces – An Analysis", *CLAWS Journal*, Winter 2018, pp. 63-79.

¹¹⁸ Dr. Crăișor-Constantin Ioniță, „Cele mai recente dezvoltări tehnologice în cadrul războiului tip «mozaic»”, *Impact Strategic*, nr. 1/2021, Editura UNAp „Carol I”, București, 2021, p. 63.

depistată și înlăturată înainte ca o decizie să fie pusă în practică de un astfel de sistem. Deci este nevoie de legi naționale bine conturate și susținute de valorile umane pentru stabilirea gradului de independență al sistemelor robotizate și autonome.

Concluzii

Înainte de a putea programa o mașină să gândească precum mintea umană este absolut necesar să înțelegem cum funcționează ea de fapt, să îi descoperim misterul și abia apoi să putem măcar să o învățăm să imite mintea umană, în întreaga ei complexitate¹¹⁹.

Oamenii trebuie să utilizeze Inteligența Artificială, trebuie să se adapteze la noile tehnologii bazate pe aceasta, plecând de la ideea că roboții nu sunt o amenințare pentru omenire, dar că vor reprezenta o schimbare socială masivă prin înlocuirea forței de muncă a oamenilor din multe industrii. Mai mult, trecerea la tehnologii bazate pe inteligența artificială trebuie accelerată. Creativitatea este cheia de a lucra cu noile tehnologii cât mai bine și eficient.

Tehnologia actuală este doar un început al unui drum în care roboții și calculatoarele vor avea inteligență proprie. Trebuie adăugat faptul că noile tehnologii nu sunt distructive și nu pun omenirea în pericol, având exemplul tuturor tehnologiilor apărute în trecut, care în momentul în care au devenit periculoase au fost programate tot de oameni în acest sens. Ca exemplu, evoluțiile din domeniul medical arată că se pot diagnostica și monitoriza pacienții mult mai rapid decât o fac cei mai experimentați doctori, deși aceste sisteme sunt programate și controlate tot de oameni¹²⁰.

Cu toate acestea, în domeniul militar, așa cum am precizat în articolul „Adaptarea capabilităților specific războiului de tip «mozaic» la dezvoltările tehnologice nou apărute”, publicat în revista Impact Strategic nr. 3/2020, se are în vedere realizarea unui sistem automatizat de luare a deciziei care să includă sisteme autonome organizate într-un

¹¹⁹ <https://www.orange.ro/help/articole/ce-este-inteligenta-artificiala-si-cum-functioneaza>

¹²⁰ <https://evz.ro/oamenii-utilizeze-inteligenta-artificiala-roboti.html>

sistem-de-sisteme (SoS), având capacitatea de a coordona acțiunea în rețea a tuturor capabilităților puse la dispoziție și de a asigura schimbul de informații, colaborarea unitară și lucrul în comun al tuturor elementelor om-mașină integrate. Se realizează, astfel, o structură care combină comanda realizată de factorul uman cu controlul asigurat de mașinăriile AI – binomul „om-mașină”. Omul va asigura flexibilitate și va aplica ideile sale creative în procesul decizional, în timp ce AI va aduce viteză și proporționalitate în asigurarea abilității forțelor de a provoca dileme multiple adversarilor. Pe scurt, comandanții vor examina și evalua recomandările făcute de sistemele AI de control înainte de a transmite ordinele lor, ceea ce le va permite să ajusteze și revadă planurile de operații.

Dar consecințele morale și legale privind asigurarea posibilităților AI de a transmite decizii proprii platformelor de lovire, fără a avea aportul unei analize și aprobări ale factorilor decidenți umani, atunci când se pierde sau întrerupe legătura de comunicații, rămân la fel de sensibile. Se dorește, astfel, tranzitarea comenzii prin misiune către AI și sistemele automatizate.

Bibliografie:

1. AYOUB, Kareem; PAYNE, Kenneth, ”Strategy in the Age of Artificial Intelligence”, *Journal of Strategic Studies*, volumul 39, nr. 5-6, 2016.
2. Von CLAUSEWITZ, Carl, *On War*, Princeton University Press, 1989.
3. DUMITRU, Adrian, „Uniunea Europeană vrea să își apere cetățenii de inteligența artificială. Care este motivul”, *Digi 24*, 14 decembrie 2020, <https://www.digi24.ro/stiri/externe/ue/uniunea-europeana-vrea-sa-isi-apere-cetatenii-de-inteligena-artificiala-care-este-motivul-1417574>
4. DUMITRU, Adrian, „Un avion militar de spionaj a fost copilotat pentru prima oară de un algoritm de inteligență artificială. Cum s-a

- desfășurat zborul”, *DigiTV*, 18 decembrie 2020, <https://www.digi24.ro/stiri/externe/un-avion-militar-de-spionaj-a-fost-co-pilotat-pentru-prima-oara-de-un-algoritm-de-inteligena-artificiala-cum-s-a-desfasurat-zborul-1420102>
5. IONIȚĂ, Crăișor-Constantin, „Cele mai recente dezvoltări tehnologice în cadrul războiului tip ‘mozaic’”, *Impact strategic*, nr. 1/2021, Editura UNAp „Carol I”, București, 2021.
 6. IRIONDO, Robert, ”Differences between AI and Machine Learning and Why it Matters”, *TowardsAI*, 16 octombrie 2018, <https://pub.towardsai.net/differences-between-ai-and-machine-learning-and-why-it-matters-1255b182fc6>
 7. GRĂDINARU, Anca, „Revoluția AI. Un om de știință susține că inteligența artificială a devenit conștientă”, *Digi24*, 1 ianuarie 2021, <https://www.digi24.ro/stiri/sci-tech/revolutia-ai-un-om-de-stiinta-sustine-ca-inteligena-artificiala-a-devenit-constienta-1424650>
 8. MALLICK, Pankaj, ”Artificial Intelligence in Armed Forces – An Analysis”, *CLAWS Journal*, iarna 2018.
 9. ***, *Inteligența Artificială (AI) – Cum funcționează?*, Enterprise Concept, 26.08.2019, <https://enterprise-concept.ro/2019/08/26/inteligena-artificiala-ai-cum-functioneaza/>
 10. ***, *Joint Operating Environment JOE 2035: The Joint Force in a Contested and Disordered World*, Joint Force Development, Suffolk, VA: Joint Chiefs of Staff, 2019.
 11. ***, ”What is Artificial Intelligence?”, *Oracle România*, 22.05.2019, <https://www.oracle.com/ro/artificial-intelligence/what-is-artificial-intelligence.html>
 12. ***, ”Difference between Artificial intelligence and Machine learning”, *Java T Point*, <https://www.javatpoint.com/difference-between-artificial-intelligence-and-machine-learning>

TEHNOLOGIA CUANTICĂ

Dan-Lucian PETRESCU

Tehnologia cuantică reprezintă un domeniu emergent în știință (fizică și inginerie) care se bazează pe principiile fizicii cuantice, mai exact al mecanicii cuantice. Mecanica cuantică este o ramură a fizicii care studiază comportamentul materiei și a energiei la scară atomică, iar în cadrul științelor ingineresti, aceasta joacă un rol foarte important în dezvoltarea unor aplicații de o complexitate ridicată, în special în domeniul nanotehnologiei și al electronicii. Deși încă nu este suficient de maturizată, tehnologia cuantică promite beneficii spectaculoase în multe domenii, atât civile, cât și militare. Odată cu implementarea tehnologiei cuantice, sistemele de calcul, de detecție și de comunicații pot înregistra salturi calitative majore, unele nebănuite.

Definire

Sunt bine cunoscute principiile care stau la baza mecanicii cuantice: principiul *superpoziției*, principiul *corespondenței* și principiul *străpunerii*. Este important de menționat faptul că aceste principii și, implicit, posibilitatea de întrebuițare a mecanicii cuantice, se respectă numai în condiții speciale, caracterizate de o temperatură extrem de scăzută¹²¹, aproape de zero absolut (obținută cu ajutorul

¹²¹ N.A.: Menținerea acestei condiții pe timpul funcționării procesorului cuantic este obligatorie, însă constituie una dintre piedicile majore pentru implementarea acestei tehnologii. Până recent, controlul qubiților se realiza prin intermediul unui câmp electric generat de microconductorii electrice plasați sub fiecare qubit. Trecerea curentului electric prin aceștia generează căldură, ceea ce introducea complicații privind menținerea temperaturii la valoarea necesară (mai mică de -270 C). O soluție viabilă oferită de către inginerii din cadrul Universității din New South Wales (Sydney, Australia) presupune schimbarea întregii arhitecturi a procesorului și constă în realizarea controlului a (teoretic) milioane de qubiți cu ajutorul unui câmp magnetic generat de către un rezonator dielectric (un cristal în formă de prismă). Mai multe detalii pot fi accesate la URL: <https://phys.org/news/2021-08-critical-advance-quantum.html>.

procesului de diluție, utilizând ca agent heliul) și de absența totală a radiației electromagnetice. Mai mult, orice intervenție din exterior, spre exemplu, pentru a măsura starea sau a determina poziția particulelor ce respectă principiile menționate duce la perturbarea acestui comportament și la dispariția efectelor generate de el (în baza unui alt principiu denumit principul *observației*).

Adăugăm scurtei descrieri a acestei atât de complexe tehnologii, o sinteză privind cele trei principii, un demers necesar pentru o mai bună înțelegere a aplicațiilor în domeniul militar. Evidențiem faptul că, pentru aprofundarea conceptelor specifice mecanicii cuantice, fundamentate de complementaritate și incertitudine, este necesară o detașare de preceptele fizicii clasice și o acceptare a unor comportamente schimbate ale materiei.

Principiul superpoziției stabilește că, la fel ca undele din fizica clasică, orice două (sau mai multe) stări cuantice pot fi considerate împreună („suprapuse”), iar rezultatul va fi o altă stare cuantică valabilă; și invers, că fiecare stare cuantică poate fi reprezentată ca o sumă a două sau mai multe alte stări distincte.

Calculatoarele clasice utilizează *bitul* (binar) pentru a codifica o informație, bit care poate lua, în mod alternativ, valoarea 1 sau 0, corespunzătoare (la nivel fizic) unui potențial electric ridicat sau scăzut, măsurat între emitorul și colectorul unui tranzistor. Cele două praguri, minim pentru potențialul ridicat (1) și maxim pentru potențial scăzut (0), sunt despărțite de o „zonă interzisă” care trebuie traversată de valoarea potențialului electric pentru a materializa una dintre cele două valori posibile ale bitului de informație.

Calculatoarele cuantice utilizează *qubitul* (*quantum bit*) drept unitate de informație, care poate avea, simultan, valorile 0 și 1. Astfel, starea logică cuantică a unui qubit (reprezentat la nivel fizic de o particulă subatomică), este o superpoziție coerentă a „stărilor de bază” 0 și 1. Prin comparație, spre deosebire de un bit clasic care poate fi doar în starea corespunzătoare lui 0 sau starea corespunzătoare lui 1, un qubit poate fi într-o superpoziție a ambelor stări. Deși are o relevanță scăzută,

pentru că se realizează o comparație între două comportamente care sunt fundamentate de principii diferite, aparținând fizicii clasice și al celei cuantice, acest demers este utilizat pentru a sprijini tranziția sistemului de gândire de la primul la al doilea.

O consecință extrem de importantă a comportamentului unității de informație din mecanica cuantică este aceea că probabilitatea de a măsura starea 0 sau 1 pentru un qubit nu este în general nici 0 și nici 1, iar măsurătorile multiple făcute pe qubiți în stări identice nu vor da întotdeauna același rezultat. Rămânând în sfera comparației de mai sus, această situație duce la concluzia că, pentru a descrie o stare a unui sistem de n componente, în fizica clasică este nevoie de n biți, iar în fizica cuantică este nevoie de $2^n - 1$ numere complexe sau de un spațiu vectorial cu 2^n dimensiuni.

Principiul corespondenței (entanglement) stabilește fenomenul fizic observat, care apare atunci când o pereche sau un grup de particule este generat, interacționează sau se află în proximitate spațială, astfel încât starea cuantică a fiecărei particule a perechii sau grupului nu poate fi descrisă independent de starea celorlalte, chiar și atunci când particulele sunt separate la o distanță mare. Astfel, măsurătorile proprietăților fizice, cum ar fi poziția, impulsul, spinul și polarizarea efectuate pe particule corespondente (*entangled*) sunt perfect corelate, chiar dacă le desparte o distanță foarte mare.

Principiul străpunerii se referă la fenomenul prin care o particulă subatomică străpunge o barieră de potențial chiar dacă nu are suficientă energie să o facă (conform principiilor mecanicii clasice, acest fenomen ar fi imposibil). Principiul se bazează pe caracterul dual undă-corpusul al particulelor subatomice (fundamentat de principiul

incertitudinii a lui Heisenberg¹²² și de constanta lui Planck¹²³) și permite, de exemplu, unui electron să străpungă un tranzistor, dacă dimensiunile acestuia sunt foarte mici.

Aplicații

Calculatoarele cuantice combină „biți cuantici” sau „qubit”, realizând relații de corespondență perfecte și controlabile între aceștia, ce permit stocarea și prelucrarea datelor mult mai rapid decât orice computer clasic disponibil astăzi. De asemenea, utilizând principiul corespondenței, se pot transfera informații cuantice între entitățile de calcul fără a utiliza legături fizice. În termeni simpli, puterea de calcul mult superioară a computerelor cuantice față de cele clasice provine din faptul că, dacă modelul clasic implementează calculul secvențial, prin operații succesive ce îl trec prin stări succesive, calculatorul cuantic execută operațiile simultan, aflându-se în mai multe stări în același timp. În acest fel, calculatorul cuantic transformă problema de rezolvat dintr-una exponențială (în abordarea calculatorului clasic) într-una polinomială, mult mai ușor de rezolvat. Spre exemplu, dacă este necesară identificarea unei parole formată din 4 biți, calculatorul clasic va realiza această sarcină prin maxim $2^4=16$ încercări succesive (setul de patru biți trecând succesiv prin stările de la 0000 la 1111), în timp ce

¹²² N.A.: Principiul incertitudinii al lui Werner Heisenberg se referă la imposibilitatea determinării cu exactitate a celor două variabile complementare caracteristice unei particule, și anume a poziției și a momentului (produsul masă×viteză). Astfel, cu cât este mai precis determinată poziția unei particule, cu atât mai puțin precis este determinat momentul acesteia. Pe de altă parte, trebuie înțeles foarte bine faptul că mecanica cuantică nu este deloc incertă, fiind una dintre cele mai exacte științe. Este binecunoscută dezbaterea secolului (Conferința de fizică de la Solvay, 24-29 oct. 1927) dintre A. Einstein și N. Bohr pe marginea principiului incertitudinii, marcată de schimbul celor două replici ale celor doi savanți: „Dumnezeu nu se joacă zaruri” a spus Einstein, la care Bohr a replicat „Einstein, oprește-te din a-i spune lui Dumnezeu ce să facă”. Reamintim că această discuție avea loc în prezența altor 27 de savanți (printre care Werner Heisenberg, Paul Dirac, Erwin Schrödinger, Marie Curie).

¹²³ „ h ” este o constantă care reprezintă unitatea naturală de acțiune în mecanica cuantică. Ea a fost introdusă de Max Planck și este proporțională cu raportul dintre energia și frecvența unui foton. Se măsoară în Joule × secundă și reprezintă limita de precizie în măsurarea perechii de mărimi fizice, poziția și impulsul unui qubit.

calculatorul cuantic oferă soluția dintr-o singură încercare (în mod virtual, introducând toate cele 16 stări simultan).

În anul 2018, Google și IBM au realizat ceea ce este denumită „supremația cuantică”¹²⁴, realizând fiecare un calculator cuantic de 72, respectiv 50 de qubiți. În același an, China a anunțat faptul că a reușit să coreleze 18 qubiți¹²⁵. Se estimează că un calculator cuantic de 200 de qubiți va fi în măsură să codifice toată informația disponibilă în prezent la nivel global, iar unul de 300 de qubiți va fi în măsură să aibă simultan un număr de stări egal cu numărul tuturor particulelor din univers (estimat la $\approx 2^{300}$). Totuși, într-un sistem de calcul cuantic, va fi nevoie în continuare de calculatoarele clasice pentru a realiza controlul condițiilor necesare acestuia pentru a funcționa, precum și pentru a introduce datele în computerul cuantic (prin bombardarea cu microunde) și pentru a le extrage.

Computerele cuantice pot avea o serie de utilizări semnificative în domeniul de calcul, cum ar fi luarea deciziei, optimizarea proceselor, inteligența artificială, simularea și analiza unor fenomene naturale, crearea unor vaccinuri și medicamente sau factorizarea numerelor mari, care este importantă, din punct de vedere matematic, pentru a asigura transmiterea securizată a datelor. Vom reveni cu detalierea acestor aplicații în cele ce urmează.

Senzorii cuantici se bazează pe faptul că stările de superpoziție cuantică sunt foarte sensibile la o serie de condiții externe, cum ar fi câmpurile electrice, magnetice și gravitaționale, mișcarea de rotație, accelerația și timpul. Ca urmare, acestea pot fi utilizate pentru a realiza senzori foarte exacti. Există multe demonstrații experimentale ale dispozitivelor de detectare cuantică, cum ar fi măsurarea gravitației și ceasul atomic, care pot fi utilizate în creșterea preciziei sistemelor de tip GPS. Sunt depuse eforturi pentru a construi dispozitive de detectare

¹²⁴ N.A.: Momentul în care un computer cuantic poate îndeplini o sarcină care nu poate fi realizată de către computerele clasice într-o perioadă de timp rezonabilă.

¹²⁵ Martin Giles, *The man turning China into a quantum superpower*, MIT technology review, dec. 2018, URL: <https://www.technologyreview.com/s/612596/the-man-turning-china-into-a-quantum-superpower/>

cuantică mai ieftine, mai ușor de utilizat, mai ușoare, chiar portabile și care să consume mai puțină energie. Se crede că dacă aceste eforturi vor avea succes, tehnologia cuantică va fi implementată și în scopuri economice cum ar fi monitorizarea depozitelor de petrol și gaze sau în construcții.

Criptografia cuantică este un alt domeniu important de implementare a tehnologiei cuantice. Odată cu dezvoltarea calculatoarelor cuantice, acestea vor putea fi utilizate pentru creșterea securității comunicațiilor, prin criptarea/decriptarea de înaltă complexitate a mesajelor. În prezent cea mai sigură metodă de criptare este metoda RSA (*Rivest–Shamir–Adleman*) care presupune utilizarea unor chei împerecheate (una publică și una secretă, obținută prin produsul dintre două numere prime) ce se prezintă sub forma unor numere de foarte mari dimensiuni (spre exemplu, codificate pe 256 de biți). Decriptarea, în situația în care nu se cunoaște cheia secretă, se realizează prin factorizarea acesteia, operație care presupune o putere de calcul imensă. Prin comparație, se estimează că o asemenea operație ar fi efectuată cu ajutorul calculatoarelor clasice într-o perioadă comparabilă cu vârsta universului, în timp ce un calculator cuantic de 500 de qubiți ar putea determina soluția în aproximativ 25 de ore.

Modelarea și simularea cuantică permit analizarea sistemelor cuantice dificil de studiat în laborator și imposibil de modelat cu un supercomputer clasic. În acest caz, simulatoarele sunt dispozitive special concepute pentru a oferi informații despre probleme complexe din fizică (comportamentul particulelor atomice sau subatomice, unele fenomene naturale, schimbările climatice), din chimie (formarea, starea și comportamentul moleculelor¹²⁶) sau din microbiologie (crearea unor ecosisteme pentru analiza micro-organismelor sau virusurilor). Se consideră că pentru a studia și înțelege fenomene și modele cuantice,

¹²⁶ N.A.: Un exemplu (procedura Hartree-Fock – implementată de Google) se poate accesa la URL: <https://science.sciencemag.org/content/369/6507/1084>. Informații despre alte experimente, întreprinse de către IBM, pot fi accesate la URL: <https://www.zdnet.com/article/less-is-more-ibm-achieves-quantum-computing-simulation-for-new-materials-with-fewer-qubits/>

este nevoie de aplicații ale fizicii cuantice întrucât calculatoarele clasice (care implementează abordarea Turing) nu au capacitatea de calcul necesară și nu abordează problema în modul potrivit (eficient). Cu alte cuvinte, utilizând principiile mecanicii cuantice (superpoziția și corespondența) simulatoarele cuantice pot rezolva probleme dificil/imposibil de simulat cu ajutorul calculatoarelor clasice, deoarece exploatează direct proprietățile cuantice ale particulelor reale.

Imagistica cuantică este o nouă ramură a opticii care exploatează corelațiile cuantice, cum ar fi interferența cuantică a câmpului electromagnetic pentru a crea imaginea unor obiecte cu criterii imagistice (spre exemplu, rezoluția), care sunt dincolo de ceea ce este posibil în optica clasică. Aplicațiile cele mai importante în acest domeniu sunt *ghost imaging*¹²⁷, litografia cuantică, senzorii cuantici sau stocarea și transmiterea unor cantități mari de informații criptate.

Exploatănd principiul incertitudinii a lui Heisenberg, mecanica cuantică a arătat că lumina are „incertitudini” inerente în caracteristicile sale, manifestate ca fluctuații în proprietățile sale (dualitatea undă-corpusul). Controlul acestor fluctuații – care reprezintă un fel de „zgomot” – poate îmbunătăți detectarea obiectelor în condiții de vizibilitate scăzută sau chiar aflate în spatele unor obstacole, poate produce imagini mai amplificate și permite creșterea preciziei în poziționarea unui fascicul laser. Încă din 2007, SUA a dezvoltat aplicații de *ghost imaging* la distanță, pentru a dezvolta diferite capacități de imagistică în mediul terestru, spațial (satelitare) și aerian (UCAV)¹²⁸. Direcțiile pe care și-au concentrat eforturile au fost îmbunătățirea calității imaginii și crearea imaginii fantomă (*ghost imaging*) a unui obiect îndepărtat sau ascuns în spectrul optic.¹²⁹

¹²⁷ Miles J. Padgett, Robert W. Boyd, *An introduction to ghost imaging: quantum and classical*, iun. 2017, URL: <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rsta.2016.0233>

¹²⁸ Kevin Mccaney, „*ARL's 'ghost imaging' cuts through battlefield turbulence*”, Defense Systems, ian. 2014, URL: <https://defensesystems.com/articles/2014/01/06/arl-quantum-ghost-imaging.aspx>

¹²⁹ Joyce P. Brayboy, „*Army scientists prove light can get to a target through obscurants with virtual ghost imaging*”, iun. 2012, URL: https://www.army.mil/article/80367/army_scientists_prove_light_can_get_to_a_target_through_obscurants_with_virtual_ghost_imaging

Tendințe și influențe în arta militară

Tehnologia cuantică este în plin proces de dezvoltare, însă mai sunt mulți pași de făcut până când aceasta va putea fi implementată în sisteme și instalații care să fie folosite în domeniul (industrial) civil și, mai ales, în domeniul militar. Dinamica procesului de dezvoltare a acestei tehnologii este una spectaculoasă, iar investițiile în domeniu sunt pe măsură, aducând aminte de competițiile secolului XX pentru superioritatea nucleară, cea a exploatării spațiului, sau cea informațională.

Deși principiile care stau la baza mecanicii cuantice au fost postulate cu aproape 80 de ani în urmă, doar nivelul contemporan de dezvoltare al tehnicii și tehnologiei a permis studierea și implementarea acestora. Astfel, controlul primului qubit s-a realizat în anul 2012. În cursă s-au lansat patru mari corporații (Google, IBM, Intel și Microsoft) care au căutat permanent obținerea supremației cuantice, adică crearea unui computer cuantic în măsură să execute operații care depășesc capacitatea celor mai puternice supercomputere clasice.

Compania Google a anunțat realizarea unui procesor de 72 qb în 2018, depășind recordul de 50 qb atins în urmă cu un an de IBM, adăugând faptul că noul său cip ar putea atinge supremația cuantică într-un an. Dar nu contează doar numărul de qubiți ci, mai degrabă, o combinație de factori cum ar fi „adâncimea” unui circuit cuantic sau numărul de operații logice efectuate cu erori cât mai mici. Acest factor influențează adevărata putere de calcul pe care cercetătorii IBM au numit-o „volumul cuantic”. Pe de altă parte, în 2019, Intel era de părere că tehnologiile cuantice sunt incredibil de complexe și vor necesita timp semnificativ pentru perfecționarea aplicațiilor comerciale¹³⁰.

Știința informației cuantice determină posibilitatea de a crea mai multe aplicații noi sau cu performanțe mult îmbunătățite legate de apărare, aplicații grupate sub termenul „cuantic”, dar care trebuie considerate în mod independent. Sistemele de calcul cuantice,

¹³⁰ *The Military Balance 2019*, February 2019, URL: <https://www.iiss.org/publications/the-military-balance/the-military-balance-2019/quantum-computing-and-defence>

criptanaliza cuantică, detecția cuantică, simularea cuantică și imagistica cuantică promet că vor influența în mod semnificativ securitatea și apărarea în diferite moduri.

Sistemele de calculul cuantic pot oferi multe posibilități prin puterea de calcul imensă pe care o oferă, însă, în stadiul actual, nivelul de dezvoltare este mult prea scăzut pentru a permite analiza concertată a efectelor de ordinul doi. În viitorul apropiat, calculul cuantic nu va înlocui în totalitate metodele clasice de calcul bazate pe tranzistoare și microcipuri de siliciu. El trebuie conceput ca o tehnologie alternativă celei clasice, complementară și chiar sinergică, în măsură să rezolve unele probleme pe care computerele actuale nu le pot rezolva, dar care să depindă de cele clasice pentru rezolvarea altor probleme la care computerele actuale excelează. Problemele care ar putea fi rezolvate prin calculul cuantic se referă la factorizarea unor numere de mari dimensiuni (criptarea cuantică), optimizarea unor procese sau luarea deciziei în situații complexe, care presupun existența unei multitudini de factori și actori, situații specifice câmpului de luptă modern.

Specialiștii militari din SUA¹³¹ consideră că această aplicație a tehnologiei cuantice (*quantum information science*) ar putea avea un rol major într-o eventuală confruntare dusă în spațiul cosmic (*space warfare*). Ei consideră calculatorul cuantic drept o tehnologie disruptivă cu aplicații în domeniul inteligenței artificiale, securizarea comunicațiilor satelitare și navigație inerțială¹³² (fără utilizarea semnalului GPS).

Criptarea cuantică oferă un avantaj major prin securizarea comunicațiilor în mediul de operare. Aceasta permite operatorilor de comunicații să realizeze o conexiune sigură, să presupunem, printr-un canal satelitar. În momentul în care se încearcă interceptarea de către

¹³¹ Sandra Erwin, *Pentagon sees quantum computing as key weapon for war in space*, Space News, 2018, URL: <https://spacenews.com/pentagon-sees-quantum-computing-as-key-weapon-for-war-in-space/>

¹³² N.A.: Un sistem de navigație inerțial este un dispozitiv de navigație care folosește un computer, senzori de mișcare și senzori de rotație pentru a calcula continuu și independent poziția, orientarea și viteza unui obiect în mișcare fără a fi nevoie de referințe externe.

un terț, conexiunea curentă se întrerupe (principiul corespondenței), sistemul stabilind imediat o altă legătură, pentru a realiza continuitatea comunicațiilor. Dacă se utilizează criptarea cuantică realizată prin *Quantum key distribution*¹³³ (QKD) atunci cheile criptografice sunt transmise pe timpul inițierii sesiunilor de comunicații utilizând principiul superpoziției fotonilor. Orice încercare de interceptare a cheilor (prin măsurarea stării fotonilor care le codifică, în scopul copierii cheilor) duce la modificarea stării acestora (principiul incertitudinii al lui Heisenberg) ceea ce semnalizează operatorilor tentativa unui intrus. Deocamdată, sistemul prezintă provocări de implementare pe distanțe mari.

Pe de altă parte, criptanaliza cuantică, aflată în strânsă legătură cu calculul cuantic (de aceea se maturizează ceva mai lent), are și o componentă pur ofensivă în sensul în care permite decriptarea mesajelor adversarului. Standardele actuale de criptare se bazează pe algoritmi matematici, care pot fi rulați într-o perioadă rezonabilă de timp chiar dacă se utilizează metode avansate de criptare, pe 256 biți. Decriptarea fără cheie, utilizând calculatoarele clasice ar necesita, teoretic, miliarde de ani întrucât acestea utilizează metode de calcul „brut” („încercare și eroare” a tuturor soluțiilor posibile – maxim 2^{256}). Întrebunțând calculatoarele cuantice, se vor putea implementa metode alternative pentru a lua în considerare multiple posibilități simultan.

Posibilitățile criptanalizei cuantice sunt atât de atrăgătoare încât unele state au început deja să colecteze comunicații străine criptate în așteptarea că vor putea extrage secrete valoroase din aceste date, în viitor. Astfel, atunci când criptanaliza cuantică va deveni disponibilă, aceasta va putea afecta în mod semnificativ relațiile internaționale, prin modificarea standardelor privind securitatea comunicațiilor. Pentru

¹³³ N.A.: Mesajele sunt criptate sub formă de biți clasici, iar cheile criptografice necesare pentru a le decripta sunt trimise ca biți cuantici sau qubiți. Aceștia sunt de obicei fotoni care pot fi transmiși cu ușurință prin rețelele de fibră optică sau prin atmosferă. Orice încercare de interceptare și citire/copiere a qubiților distruge imediat starea lor cuantică fragilă, ștergând informațiile pe care le poartă și lăsând un indicator al intruziunii. Mai multe informații sunt disponibile la URL: <https://www.technologyreview.com/s/612421/us-china-quantum-arms-race/>

statele care se bazează pe criptare pentru a-și securiza comunicațiile pe timpul operațiilor militare, corespondenței diplomatice sau transmiterii altor date sensibile, ar putea apărea evenimente majore de scurgere de informații. Desigur, dacă se utilizează criptarea cuantică a datelor, înregistrarea acestora și decriptarea ulterioară de către un intrus ar fi imposibilă întrucât copierea acestora nu se poate executa fără a le modifica.

Detecția cuantică folosește unele proprietăți neintuitive ale naturii, exprimate prin principiile mecanicii cuantice, pentru a măsura timpul, câmpurile magnetice, gravitația sau accelerația. Precizia cu care se realizează măsurarea este mult mai mare decât cea obținută prin metodele clasice.

Detecția cuantică a fost considerată de către Statele Unite drept „pârghie a mecanicii cuantice pentru a îmbunătăți precizia fundamentală a măsurătorilor și/sau a permite noi tipuri sau modalități pentru senzori și măsurători”¹³⁴. În 2018, *US Army Research Laboratory* a făcut public faptul că în timp ce studiau proprietățile unor atomi (de tip Rydberg) pentru a realiza un repetor cuantic care să poată fi folosit în transmiterea unor informații la distanțe mari, au ajuns la concluzia că aceștia pot fi utilizați în realizarea de antene pentru radare, mult mai performante decât cele clasice. Radarele echipate cu astfel de antene ar putea opera cu frecvențe situate într-o bandă enormă (0-1000 GHz), cu posibilitatea de a fi integrate cu tehnologii din domeniul opticii și de a detecta câmpul electromagnetic fără absorbție de energie.¹³⁵

¹³⁴ *National Strategic Overview for Quantum Information Science*, sept. 2018, https://www.quantum.gov/wp-content/uploads/2020/10/2018_NSTC_National_Strategic_Overview_QIS.pdf

¹³⁵ ***, *Quantum Leap: Atomic Sensing for the Military*, Global Defense Technology, URL: https://defence.nridigital.com/global_defence_technology_feb19/quantum_leap_atomic_sensing_for_the_military

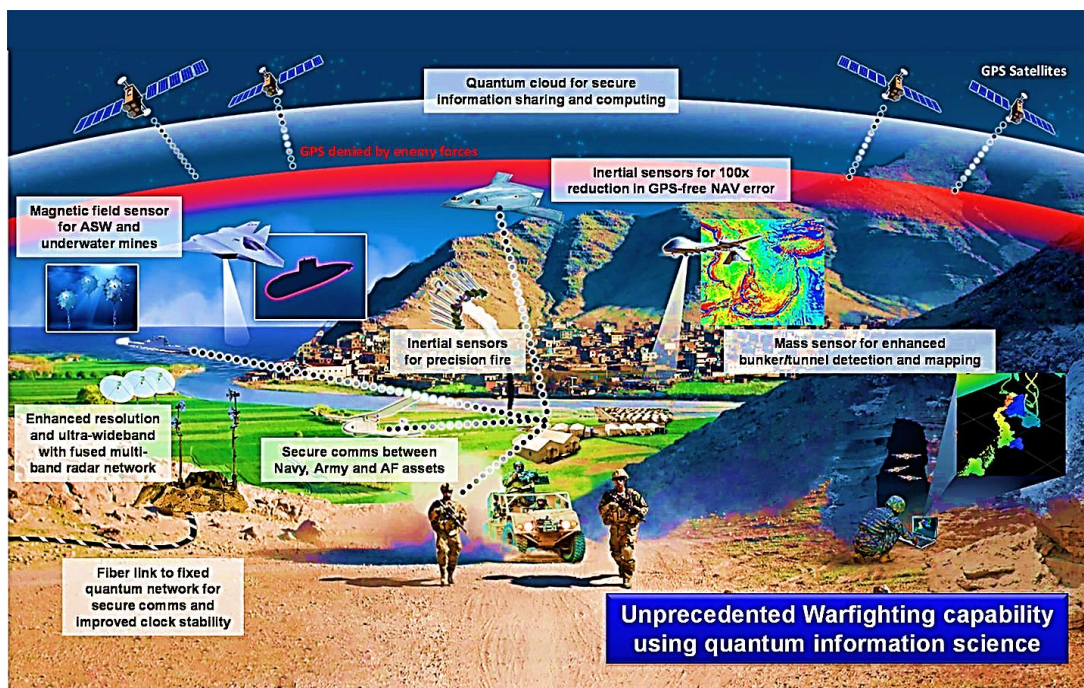


Figura nr. 6: Influența tehnologiei cuantice în arta militară¹³⁶

De asemenea, experți în domeniul apărării din Marea Britanie au evidențiat importanța potențială a senzorilor de gravitație îmbunătățiți (gravimetre cuantice), care ar putea detecta obiecte mari aflate în mișcare sub apă, cum ar fi submarinele.

NASA a construit un prototip de senzor cuantic capabil să obțină măsurători ale gravitației foarte sensibile și precise. Magnetometrele care folosesc tehnologia cuantică pentru a măsura modificările minuscule în câmpurile magnetice ar putea fi, de asemenea, utilizate pentru a localiza submarine sau torpile inamice¹³⁷. Radarele cuantice ar putea fi utilizate pentru a detecta aeronave realizate cu tehnologia *stealth*.

¹³⁶ *Ibidem*.

¹³⁷ N.A.: Magnetometrele cuantice se bazează pe anumite defecțiuni ce apar în structura diamantelor sintetice. Exploatarea acestora cu ajutorul laserului determină posibilitatea identificării anomaliilor/fluctuațiilor apărute în câmpul electromagnetic al Pământului din proximitatea magnetometrului. Anomaliile identificate dau posibilitatea detectării obiectelor submarine, precum și determinării unor hărți precise a fundului oceanelor care sunt utile la navigație. Mai multe informații sunt disponibile la URL: <https://www.technologyreview.com/s/612421/us-china-quantum-arms-race/>

În noiembrie 2018, *China Electronics Technology Group Corporation* (CETC), cea mai mare companie din domeniul sistemelor electronice militare din China, a dezvăluit un prototip de radar despre care susține că poate detecta aeronave *stealth* folosind tehnologia cuantică. Pentru aceasta, se utilizează principiul corespondenței care se referă la faptul că dacă două particule (fotoni) sunt împerecheate, o modificare în starea uneia determină aceeași modificare în starea celeilalte, chiar dacă între cele două particule se află o distanță foarte mare. Astfel, radarul respectiv proiectează câte un foton din fiecare pereche cu ajutorul unui fascicul de microunde, păstrându-i pe ceilalți în interiorul sistemului. Chiar dacă doar un număr redus de fotoni sunt reflectați de către aeronava *stealth* (ceea ce, în cazul radarelor clasice care întrebunțează radiația electromagnetică ar face-o „invizibilă”), radarul cuantic este în măsură să identifice dacă aceștia sunt „împerecheați” cu cei păstrați la emisie și, ca atare, să detecteze aeronava, chiar și pe fondul unui bruiaj intens.

De asemenea, tehnologiile cuantice fac deja parte din evoluțiile legate de miniaturizarea și precizia ceasurilor atomice (utilizând cesiu sau rubidiu), vitale pentru sincronizarea unor procese, cum ar fi sistemele de poziționare și navigație. Nu în ultimul rând, senzorii cuantici vor putea măsura accelerația și rotația în scopul determinării independente a poziției în zone în care utilizarea GPS este interzisă de către adversar prin bruiaj. Astfel de funcțiuni ar determina avantaje militare clare.

Concluzii

În momentul maturizării și implementării în sisteme de armament și tehnică de luptă, tehnologia cuantică va avea efecte majore asupra forțelor armate, serviciilor de informații și forțelor/agențiilor de impunere a legii, însă încă nu este clar în ce măsură va modifica echilibrul tradițional de putere interstatal sau dintre state și actorii nonstatali.

În prezent, există câteva state care investesc enorm în cercetarea tehnologiei cuantice, cum ar fi SUA, China, unele state europene și

Rusia. Considerăm util ca, în continuare, să prezentăm câteva dintre eforturile și rezultatele înregistrate de către acești actori, cu precizarea că informațiile utilizate sunt provenite, în special, din diferite studii sau din mass-media, deci trebuie tratate ca atare. Motivul este unul evident, și anume acela că cercetările în acest domeniu extrem de sensibil au un nivel înalt de secretizare, astfel încât sursele oficiale sunt reținute în furnizarea de detalii. De asemenea, menționăm faptul că dubla utilizare a calculului cuantic determină companiile private ce activează în domeniul militar și civil, dar și instituțiile din mediul academic, să joace roluri cheie în dezvoltarea și adaptarea acestei noi tehnologii.

China a fost încă de la început un lider în cercetarea și dezvoltarea cuantică. În 2016, Beijing a inițiat un efort care este estimat că va duce la progrese majore în tehnologia cuantică până în 2030 și, în același an, a lansat primul satelit cuantic din lume care, în anul 2017, a teleportat un foton pe Pământ. Satelitul *Micius* a realizat cu succes QKD (*Quantum key distribution*) de pe orbită la sol, către stații din Xinglong, China și Graz, Austria. În 2017, China a stabilit, de asemenea, prima legătură terestră de comunicații cuantice pe distanță mare, între Beijing și Shanghai.

Aceste realizări științifice reprezintă repere în securizarea comunicațiilor guvernamentale ale Chinei, cel puțin până când criptanaliza cuantică va deveni o realitate funcțională. Guvernul chinez urma să construiască până în anul 2020 în Hefei, provincia Anhui, un laborator¹³⁸ în valoare de 1 mld. \$ care să coordoneze eforturile pentru dezvoltarea sistemelor cuantice de calcul și de senzori¹³⁹. De asemenea, *China Electronics Technology Group Corporation* (CETC) contribuie semnificativ la eforturile Chinei de a deveni lider mondial în tehnologiile cuantice, cu investiții estimate la 10-15 mld. \$ pe perioada 2018-2023¹⁴⁰, alături de investițiile masive făcute în centre de cercetare

¹³⁸ National Laboratory for Quantum Information Sciences.

¹³⁹ *The Military Balance 2019*, febr. 2019, URL: <https://www.iiss.org/publications/the-military-balance/the-military-balance-2019/quantum-computing-and-defence>

¹⁴⁰ Sandra Erwin, "Pentagon sees quantum computing as key weapon for war in space", *Space News*, iul 2018, URL: <https://spacenews.com/pentagon-sees-quantum-computing-as-key-weapon-for-war-in-space/>

și în mediul academic. În acest context, numărul patentelor obținute în cercetare pe domeniul tehnologiilor cuantice atingea, în anul 2018, valori care surclasau orice competitor.¹⁴¹

Un studiu privind strategia dezvoltării tehnologiei cuantice a Chinei, publicat în septembrie 2018¹⁴², a menționat că Armata Populară de Eliberare a Chinei (PLA) recrutează specialiști în tehnologia cuantică și faptul că mari companii de apărare precum *China Shipbuilding Industry Corporation* (CSIC) creează laboratoare de specialitate în unele universități.

SUA este un alt posibil lider în cursa de implementare a tehnologiei cuantice în sisteme pentru apărare. Din 2016, guvernul a investit peste 200 de milioane de dolari în demersuri de cercetare din domeniul fizicii cuantice, iar în 2018 Departamentul de Energie și Fundația Națională de Știință au alocat încă 250 de milioane de dolari (granturi pe perioade între doi și cinci ani) pentru a dezvolta sisteme cuantice de detectare, calcul și comunicații. În anul 2018, Congresul American a propus o linie de finanțare de 800 mil. \$ pe o perioadă de 5 ani pentru proiectele care vizează tehnologia cuantică.

În forțele armate ale SUA, Biroul de Cercetare al Armatei Americane finanțează cercetări ample în domeniul calculului cuantic, în timp ce Forțele Aeriene Americane o consideră o tehnologie cu efecte majore în transformarea războiului informațional și spațial. Și mai relevante ar putea fi companiile din sectorul privat, precum Google, IBM, Intel și Microsoft, care desfășoară cercetări în domeniul mecanicii cuantice de peste un deceniu. Alături de compania canadiană *D-Wave Systems*, acești coloși industriali sunt liderii în dezvoltarea computerelor cuantice, care vor putea fi implementate în sistemele militare din viitor.

¹⁴¹ Martin Giles, *The US and China are in a quantum arms race that will transform warfare*, 2019, URL: <https://www.technologyreview.com/s/612421/us-china-quantum-arms-race/>

¹⁴² Elsa B. Kania, John Costello, *Quantum Hegemony? China's Ambitions and the Challenge to U.S. Innovation Leadership*, Center for a New American Security, sept. 2018, URL: <https://www.cnas.org/publications/reports/quantum-hegemony>

Statele europene desfășoară demersuri importante în domeniul cercetării tehnologiei cuantice, însă la o scară ceva mai redusă. În 2013, guvernul *Marii Britanii* anunțase o investiție de 270 mil. £ (pe cinci ani) pentru propriul Program național privind tehnologiile cuantice, destinat să „creeze o comunitate de tehnologie cuantică coerentă între guvern, industrie și mediul academic”. La sfârșitul anului 2018, tehnologiile cuantice au făcut obiectul unei anchete parlamentare în Regatul Unit. Președintele francez, Emmanuel Macron, a semnat în mai 2018 un memorandum de înțelegere cu prim-ministrul australian (atunci Malcolm Turnbull), în cadrul unei asocieri între cele două țări pentru dezvoltarea și comercializarea unui circuit integrat cuantic, realizat pe siliciu. Această inițiativă comună combină eforturile companiei australiene *Silicon Quantum Computing* și ale institutului francez de cercetare *Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives*. Germania a anunțat în septembrie 2018, o nouă finanțare pentru cercetarea în domeniul tehnologiei cuantice în valoare de 650 de milioane EUR, pentru perioada 2018-2022.

Uniunea Europeană investește la un nivel semnificativ, înregistrând progrese majore. În 2018, Comisia Europeană a lansat un program privind tehnologia cuantică, o inițiativă de cercetare denumită *The Quantum Technologies Flagship (QTF)*¹⁴³, cu un buget estimat la 1 miliard de euro, pe o perioadă de zece ani. Sub egida QTF se reunesc instituții de cercetare și finanțatori publici și privați, realizându-se consolidarea și extinderea leadershipului științific european și excelența în tehnologiile cuantice. Scopul inițiativei este de a sprijini implementarea rezultatelor eforturilor de cercetare europene în aplicații care să utilizeze pe deplin potențialul revoluționar al tehnologiei cuantice. Inițiativa se axează pe patru domenii principale ale tehnologiei cuantice: comunicații, calcul, simulare, senzori și

¹⁴³ Mai multe informații privind scopul și stadiul curent al acestei inițiative pot fi accesate consultând *Strategic Research Agenda*, URL: https://ec.europa.eu/newsroom/dae/document.cfm?doc_id=65402 și *Midterm Report of the Quantum Technologies Flagship*, URL: https://ec.europa.eu/newsroom/dae/document.cfm?doc_id=70073

metrologie, iar în perioada de start (oct. 2018 – sept. 2021), a avut un buget de 152 mil. €, alocat pentru un număr de 24 de proiecte.¹⁴⁴

Rusia investește în cercetarea privind calculul cuantic în cadrul propriului Centru de cercetare, dar nu a angajat același nivel de resurse ca alte națiuni, rămânând în urma Chinei și SUA. Cu toate acestea, în 2018, președintele Vladimir Putin a ridicat investițiile în cercetare și dezvoltare la 1% din produsul intern brut al Rusiei (3 miliarde USD) alocate pentru cercetarea științifică fundamentală. În aceste condiții, recente descoperiri în știința cuantică nu au fost realizate de cercetătorii ruși, așa cum rezultă din declarațiile oficialilor SUA cu privire la un „decalaj cuantic” în creștere între SUA și China, fără a acorda o atenție similară concurenței venite din Rusia în acest domeniu.

Data fiind această situație, considerăm că este extrem de important să analizăm ce ar putea însemna tehnologiile cuantice din punct de vedere geopolitic. Este de așteptat ca, dacă în 10-20 de ani se va ajunge la performanța producerii unui computer cuantic cu o capacitate de câteva mii de qubiți, acesta va schimba lumea poate mai mult decât a schimbat-o primul procesor clasic.

Pe de o parte, avantajele oferite de implementarea unei tehnologii cuantice maturizată atât în aplicațiile civile, cât și în domeniul militar, promet să schimbe major omenirea, pe multiple planuri, mai multe decât cele evidențiate de noi, dacă luăm în calcul și efectele de ordin doi, trei etc.

Pe de altă parte, există motive de îngrijorare că apariția tehnologiilor cuantice nu va face decât să concretizeze și să agraveze decalajul digital între națiuni ducând la creșterea dezechilibrului de putere și de securitate. Mai mult decât atât, deținerea monopolului unor companii asupra acestei tehnologii disruptive de importanță majoră pare a fi cea mai mare problemă. Analiza atentă a riscurilor pe care le implică această perspectivă, referitoare la monopolizarea unei asemenea ramuri industriale de importanță strategică necesită, fără îndoială, un efort semnificativ, mai mare decât cel propus în această

¹⁴⁴ ***, ”Quantum Technologies Flagship”, *European Commission*, URL: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/quantum-technologies-flagship>

lucrare. Totuși, subliniem câteva aspecte care să direcționeze dezvoltările ulterioare, restrângând sfera de referință la nivelul actorilor de tip statal.

În viitor, aplicațiile în criptografia cuantică ar putea deveni disponibile doar țărilor dezvoltate și avansate din punct de vedere tehnologic, care își pot permite să producă mijloacele necesare. Dacă doar anumite state pot realiza accesul la comunicațiile adversarilor lor, concomitent cu protejarea celor proprii prin QKD (*Quantum key distribution*) sau algoritmi cuantici de criptare, atunci pozițiile hegemonice ar putea persista sau chiar s-ar adânci. Același lucru ar putea fi valabil și pentru prelucrarea masivă a datelor pentru a oferi informații și avantaje operaționale în timp real unor state avansate din punct de vedere tehnologic. Alternativ, dezvoltarea și difuzarea pe scară largă a tehnologiilor cuantice ar putea reduce aceste decalaje.

Dacă fiecare guvern își poate asigura comunicațiile, prelucrează datele la o scară și cu o viteză fără precedent și detectează forțele și mijloacele militare adverse pe uscat, în aer sau sub mare, atunci se poate ajunge la un echilibru. Măsura în care un stat poate aloca resurse pentru a acorda prioritate dezvoltării aplicațiilor militare se poate dovedi un avantaj decisiv în această nouă cursă tehnologică, ce s-ar putea transforma într-o cursă a înarmării. În prezent se poate afirma cu certitudine faptul că, în condițiile în care realizarea supremației cuantice a fost realizată iar dezvoltările ulterioare sunt iminente, efectele inovatoare ale tehnologiilor cuantice vor determina actorii din mediul de operare și de securitate să-și schimbe pozițiile și chiar strategiile de securitate și apărare, în special pe dimensiunea cibernetică.

Bibliografie:

1. ***, *Hartree-Fock on a superconducting qubit quantum computer*, Google AI Quantum and Collaborators, American Association for the Advancement of Science, aug. 2020, <https://science.sciencemag.org/content/369/6507/1084>

2. ***, *National Strategic Overview for Quantum Information Science*, sept. 2018, https://www.quantum.gov/wp-content/uploads/2020/10/2018_NSTC_National_Strategic_Overview_QIS.pdf
3. ***, *Quantum Leap: Atomic Sensing for the Military*, Global Defense Technology, <https://defence.nridigital.com/global-defence-technology-feb19/quantum-leap-atomic-sensing-for-the-military>
4. ***, *The Military Balance 2019*, February 2019, <https://www.iiss.org/publications/the-military-balance/the-military-balance-2019/quantum-computing-and-defence>
5. BRAYBOY, Joyce P., "Army scientists prove light can get to a target through obscurants with virtual ghost imaging", iun. 2012, https://www.army.mil/article/80367/army_scientists_prove_light_can_get_to_a_target_through_obscurants_with_virtual_ghost_imaging
6. ERWIN, Sandra, "Pentagon sees quantum computing as key weapon for war in space", *Space News*, iul 2018, <https://spacenews.com/pentagon-sees-quantum-computing-as-key-weapon-for-war-in-space/>
7. ERWIN, Sandra, *Pentagon sees quantum computing as key weapon for war in space*, *Space News*, 2018, <https://spacenews.com/pentagon-sees-quantum-computing-as-key-weapon-for-war-in-space/>
8. *European Comission Strategic Research Agenda*, feb 2020, https://ec.europa.eu/newsroom/dae/document.cfm?doc_id=65402
9. GILES, Martin, "The man turning China into a quantum superpower", *MIT technology review*, dec. 2018, <https://www.technologyreview.com/s/612596/the-man-turning-china-into-a-quantum-superpower/>

10. GILES, Martin, "The US and China are in a quantum arms race that will transform warfare", *MIT Technology review*, ian 2019, <https://www.technologyreview.com/2019/01/03/137969/us-china-quantum-arms-race/>
11. KANIA, Elsa B.; COSTELLO, John, *Quantum Hegemony? China's Ambitions and the Challenge to U.S. Innovation Leadership*, Center for a New American Security, sept. 2018, <https://www.cnas.org/publications/reports/quantum-hegemony>
12. LEPRINCE-RINGUET, Daphne, *Less is more: IBM achieves quantum computing simulation for new materials with fewer qubits*, ian 2021, <https://www.zdnet.com/article/less-is-more-ibm-achieves-quantum-computing-simulation-for-new-materials-with-fewer-qubits/>
13. McCANEY, Kevin, "ARL's 'ghost imaging' cuts through battlefield turbulence", Defense Systems, ian 2014, <https://defensesystems.com/articles/2014/01/06/arl-quantum-ghost-imaging.aspx>
14. PADGETT, Miles J.; BOYD, Robert W., *An introduction to ghost imaging: quantum and classical*, iun. 2017, <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rsta.2016.0233>

SISTEME DE VEHICULE FĂRĂ PILOT LA BORD

Dan-Lucian PETRESCU

Tehnologia sistemelor de vehicule fără pilot se află cu prioritate în atenția specialiștilor militari de ceva vreme întrucât produsele acestora permit proiecția forței și producerea efectelor (letale sau nonletale) fără existența vreunui risc privind pierderile umane. Beneficiul siguranței operatorilor asigură o întrebuințare mult mai largă a acestor sisteme, în special în operații cu un grad extrem de ridicat de risc. Acestui avantaj major i se adaugă și altele precum gradul redus de detectabilitate, posibilitatea crescută de a ascunde apartenența sistemelor și reducerea dimensiunilor și costurilor de producție și întreținere, în special datorită eliminării sistemelor de protecție și de susținere a vieții pilotului/piloților. Toate acestea au condus la o dezvoltare și o utilizare aproape fără limite a acestui sistem de armament în toate mediile și tipurile de operații.

Definire

Deși există multe criterii de clasificare a sistemelor fără pilot la bord, nu ne propunem să realizăm o taxonomie exhaustivă, ci să le diferențiem astfel încât să servească scopului propus, și anume acela de a evidenția modul în care utilizarea unor asemenea sisteme influențează arta militară și amplitudinea efectelor pe care acestea le pot genera. Astfel, considerăm că cele mai importante criterii sunt domeniul de operare, destinația/funcțiunile îndeplinite și controlul modului de operare.

Domeniul de operare sau mediul de acțiune – terestru, aerian, maritim și spațial – conduce la împărțirea sistemelor în diferite seturi

de categorii, cum ar fi următorul: UAV/UAS/RPAS¹⁴⁵, UGV¹⁴⁶, UMS¹⁴⁷ (USV¹⁴⁸, UUV¹⁴⁹) și SV¹⁵⁰. Desigur, ne-am limitat la sensul propriu al sistemelor fără pilot la bord, plasându-ne în mediile de operare fizice și lăsând de o parte diferite aplicații informatice ce se pot încadra în categoria viruși informatici, care, la o analiză mai aprofundată (!), pot fi considerate „drone” ce acționează în mediul de operare cibernetic. Revenind în plan fizic, o scurtă analiză a arsenalului principalilor actori statali din mediul de securitate internațional conduce imediat la observația că cea mai amplă dezvoltare și utilizare a sistemelor fără pilot la bord se înregistrează în dreptul sistemelor aeriene, motiv pentru care, în studiul nostru vom insista pe acestea.

În ceea ce privește destinația sistemelor/vehiculelor fără pilot la bord, spectrul funcțiilor îndeplinite este extrem de mare. Pe fondul avantajelor menționate încă de la început, dinamica tehnologiei și posibilitatea de a realiza combinații cu comunicațiile în bandă largă (ex. tehnologia 5G), rețeaua satelitară, volume mari de informații (*big data*) utilizate de sisteme puternice de calcul ce implementează algoritmi de tipul *machine/deep learning*, sau (în viitor) chiar inteligența artificială, susținută de calculul cuantic le conferă posibilități de utilizare aproape nelimitate. Iar dacă aceste combinații sunt utilizate pentru a genera roiuri de vectori cu încărcături de luptă neconvenționale (CBRNE), lupta armată s-ar putea să depășească limitele imaginației, oricât de bogată ar fi ea.

Revenind în realitatea contemporană, UAS dispun de capacități de excepție: ISTAR (optic, infraroșu, electromagnetic), IFF (identification *friend/foe*), lovire cu înaltă precizie (aer-sol – rachete antitanc), bruijaj, comunicații, ghidare muniții (marcator laser),

¹⁴⁵ N.A.: UAV/Unmanned Aerial Vehicle – Vehicul aerian fără pilot uman la bord;
UAS/Unmanned Aerial System – Sistem aerian fără pilot uman la bord;
RPAS/Remotely Piloted Aircraft Systems/sistem aerian comandat de la distanță

¹⁴⁶ UGV – Unmanned Ground Vehicles and Robotic Systems.

¹⁴⁷ UMS – Unmanned Maritime Systems.

¹⁴⁸ USV – Unmanned Surface Vehicle.

¹⁴⁹ UUV – Unmanned Underwater/Undersea Vehicle.

¹⁵⁰ SV/Space Vehicles – Vehicule spațiale.

posibilități mari de acțiune fără a fi detectat, transport sisteme, oameni și materiale etc., în consecință, sarcini precum detectarea și neutralizarea dispozitivelor explozive (mine, IED etc.), SIGINT, marcarea și/sau lovirea cu precizie a țintelor, acțiuni ISR, cercetarea CBRNE, maparea unor zone de relief (LiDAR¹⁵¹) și retranslația comunicațiilor de date și voce sunt doar câteva dintre tipurile de acțiuni consacrate în care se utilizează sistemele/vehiculele fără pilot. Așa cum vom explicita în continuare, aceste abilități dau posibilitatea implementării unor concepte relativ vechi într-o abordare cu totul nouă și dificil de contracarat. Desigur, utilizarea sistemelor fără pilot la bord trece dincolo de domeniul militar, însă, pentru a răspunde temei studiului, vom menține analiza în domeniul militar, chiar dacă vom detalia și câteva utilizări aparent „civile”, cum ar fi transporturile și asistența medicală.

Din punctul de vedere al controlului modului de operare, sistemele fără pilot la bord pot fi semiautomate (telecomandate) sau automate (autonome). Un sistem este considerat semiautomat dacă vehiculul/vehiculele din componența acestuia efectuează o anumită operație, secvență de zbor, parte a misiunii etc. fără intervenția directă a omului, aflat la bordul acestuia. În cadrul acestui proces, elementul de execuție, indiferent care este domeniul de operare (aerian, terestru, marin/submarin sau cosmic), este asistat în permanență de rațiunea sau voința omului, fiind controlat de la distanță (telecomandat) de către acesta. Orice decizie este monitorizată și controlată de către operatori special pregătiți pentru manipularea aparaturii de navigație, de recunoaștere și supraveghere, în special pentru utilizarea armamentului de bord. Ele mai sunt denumite sisteme telecomandate/teleoperate sau, mai bine zis, dirijate în timp real, iar acest lucru determină o strânsă dependență de sistemele de comunicații de date. Implementarea tehnologiei 5G în acest domeniu, situație care ar multiplica cu două ordine de mărime viteza de transfer, ar avea un aport semnificativ în

¹⁵¹ *Light Detection and Ranging* sau *Laser Imaging, Detection, and Ranging* – scanare 3D utilizând laserul.

creșterea eficacității utilizării sistemelor (aeriene) fără pilot la bord. Creșterea vitezei de transfer a datelor de la pilot (situat la sol) la sistemul de comandă-control al elementului de execuție ar spori cantitatea de informație transmisă și ar reduce latența pe lanțul de comandă, ceea ce ar presupune scăderea timpului de accesare a datelor și de asigurare a răspunsului.

Vehiculele automate/autonome execută acțiuni singure sau în mod independent, nefiind asistate de către om/operator pe perioada executării misiunii. Dacă sistemele telecomandate reprezintă vârful de gamă actual în privința sistemelor fără pilot la bord, sistemele automate reprezintă viitorul. Considerăm că eliminarea dependenței elementului de execuție de decidentul de la sol reprezintă o adevărată eliberare pentru acesta, atare situație întrunind condițiile pentru manifestarea întregului spectru de avantaje pe care le au UAS. Totuși autonomia presupune și anumite probleme, două dintre acestea fiind considerate a fi cele mai proeminente, ambele referitoare la deciziile „luate”¹⁵² în mod autonom de către elementul de execuție: dependența evoluției acestuia de tehnologia implementată la bord și posibilitatea ca deciziile luate de sistemele electronice de la bord să contravină, în termeni de discernământ, legitimității și chiar eticii și moralei acțiunilor ce se încadrează în conflictul armat.

În ceea ce privește calitatea deciziilor luate la bordul elementului de execuție, aceasta depinde în mod direct de performanțele elementelor tehnologice (hardware) și logice (software) din dotare. Fără a furniza în exces detalii tehnice, specificăm faptul că, pentru a evolua în mod autonom, un vehicul are nevoie de un sistem extrem de sofisticat de subsisteme componente care să-i permită să „simtă”, să „analizeze”, să „decidă” și să execute toate acțiunile necesare îndeplinirii sarcinilor stabilite. Ele au în compunere aparatură de înaltă tehnologie și anume

¹⁵² N.A.: Evidențiem extinderea sensului termenului „luarea deciziei” pentru atribuirea către un mijloc tehnic a unei funcțiuni aparținând, în mod tradițional, exclusiv ființei umane. Așa cum vom sublinia în continuare, considerăm că această stare de fapt viitoare reprezintă una dintre cele mai mari provocări cu care s-a confruntat omenirea până în prezent, alături de cele naturale.

senzori (acustici, camere video/infraroșu, radare, teletre laser etc.), procesoare, sisteme de comandă-control (actuatoare), precum și softul necesar (care implementează algoritmi complecși) conectat la baza de date potrivită misiunii de executat.

Considerăm că avansul tehnologic va permite, odată cu implementarea inteligenței artificiale, adăugarea celor două funcțiuni care țin de superlativul gândirii umane, și anume să „învețe” și să „previzioneze”. Astfel, vehiculele de acest tip ar dobândi o independență completă pe timpul executării misiunii. Inteligența artificială i-ar permite unei mașini să execute sarcini sofisticate, caracteristice inteligenței umane, precum rațiunea, rezolvarea problemelor, planificarea, învățarea și înțelegerea limbajului uman.

În prezent, tehnologia care implementează inteligența artificială nu este maturizată, însă pași semnificativi au fost realizați, așa cum este prezentat în celelalte capitole ale studiului nostru. Totuși, se consideră că până la acel moment de cotitură în domeniul tehnologiei, alte concepte intermediare pot fi operaționalizate și implementate în sistemul de comandă-control al unui vehicul autonom: *machine perception*¹⁵³, *computer vision*¹⁵⁴, *machine learning*¹⁵⁵, *deep learning*¹⁵⁶ și *motion planning*¹⁵⁷. În figura nr. 7 prezentăm o imagine rezultată din adaptarea unei idei preluate din articolul *Drones and Artificial Intelligence*, realizat de către Lukas Schroth și publicat în 2018 de către Drone Industry Insights¹⁵⁸.

¹⁵³ Abilitatea de a colecta date cu ajutorul senzorilor.

¹⁵⁴ Abilitatea de a extrage, analiza și „înțelege” informații din datele obținute de la senzori.

¹⁵⁵ Instrument al Computer Vision ce implementează o serie de algoritmi a căror performanță crește pe măsura expunerii lor în timp la o cantitate crescândă de date.

¹⁵⁶ Componentă a Machine Learning care utilizează rețelele neuronale pentru a „învăța” din cantități enorme de date. Metodele de învățare se bazează pe funcționarea creierului uman și permit aplicarea „învățăturilor” pe conținuturi noi.

¹⁵⁷ Posibilitatea de a descompune vectorul de deplasare în mișcări pe planuri corespunzătoare unui sistem de coordonate (de exemplu, carteziane).

¹⁵⁸ Vezi URL: <https://droneii.com/drones-and-artificial-intelligence>.

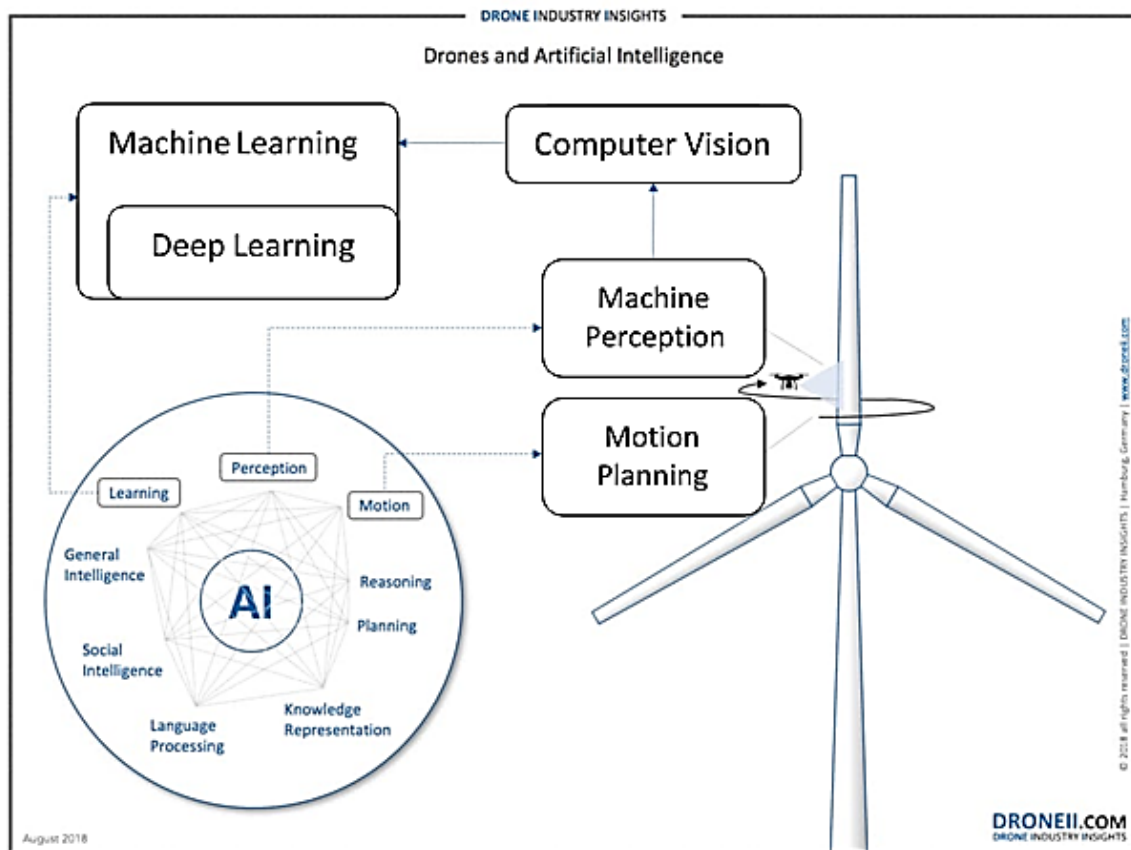


Figura nr. 7: Convergența dintre vehiculele autonome și inteligența artificială

Aceasta reunește cele cinci concepte plasate într-o succesiune configurată de ciclul de culegere, prelucrare și valorificare a informațiilor despre mediul în care acționează vehiculul autonom și le asociază funcțiilor de bază ale inteligenței artificiale. Este evidentă modelarea antropologică a comportamentului sistemului de comandă-control al vehiculului, fundamentat pe parcurgerea iterativă a ciclului *percepție – analiză+învățare – acțiune (mișcare)* și tinzând spre apogeul reprezentat de inteligența artificială care le însumează pe toate. Este important să subliniem faptul că, pe criteriul *cantității de date la dispoziție*, între conceptele care adresează în mod direct actul decizional (*computer vision, machine learning, deep learning*) se realizează o ierarhie care evidențiază atât complexitatea procesării, cât și acuratețea rezultatului – decizia.

Posibilitatea ca deciziile luate de către sistemele electronice de la bord să contravină legitimității, eticii și moralei acțiunilor ce se

încadrează în conflictul armat convențional reprezintă o provocare și mai mare decât cea tehnologică. În prezent, consecințele posibile ale utilizării pe scară largă a UAS, în special a acelor autonome, fac obiectul unor dezbateri intense, atât în mediul științific, cât și în rândul practicienilor. Dincolo de identificarea celor mai bune soluții tehnice de control, problemele aflate în discuție sunt generate de trei aspecte principale, toate aflate în strânsă conexiune cu efectele produse:

1. afectarea discernământului uman (în cazul UAS telecomandate) sau chiar eliminarea acestuia (pentru UAS autonome) privind producerea de efecte, în special letale; cu alte cuvinte, problema se referă la acordarea unui sistem electronic (neuman) a posibilității de a decide privind angajarea și distrugerea unei ținte (umane) și stabilirea criteriilor privind această libertate;

2. identificarea atacatorului și atribuirea responsabilității producerii efectelor, în special în cazurile în care UAS au fost întrebuințate pentru producerea unor acte ilegale sau nelegitime;

3. asumarea consecințelor acțiunilor unui sistem autonom care, pe baza deciziei luate la bord de către sistemele automatizate de comandă-control, comite o crimă.

Fără a devia de la rațiune, ajungând în sfera teoriei conspirației sau a utopiei, considerăm că analiza cu maximă atenție a acestor probleme și luarea unor măsuri de precauție drept răspuns reprezintă un demers imperios necesar care ar putea face diferența între control (relativ) și haos.

Aplicații, tendințe și influențe în arta militară

Așa cum am menționat anterior, vehiculele autonome sunt mai rare în prezent, dar au un potențial ascendent odată cu dezvoltarea tehnologiei, în special privind senzorii, sistemele de calcul, inteligența artificială sau sistemele de propulsie. Putem afirma faptul că evoluția lor este strâns legată de două aspecte: sistemele tehnice (în special cele de comandă-control) și sistemul de norme care să reglementeze utilizarea acestora în acțiuni convenționale. Ele pot acționa în medii

ostile, puternic bruiate electromagnetic, fiind capabile, în viitor, să se autorepare sau să își ajusteze modul de acțiune, în funcție de condițiile specifice ale mediului de operare.

În conflictele contemporane și viitoare pot fi identificate o serie de concepte operaționale a căror implementare poate fi influențată în mod major de către întrebuințarea UAS. Pentru acestea sunt utilizați termeni deja consacrați: *lovitura de precizie, războiul informațional, manevra dominantă, războiul bazat pe rețea și războiul spațial*. Cea mai mare parte a termenilor subsecvenți (cum ar fi lovitura în adâncime, războiul de tip mozaic sau operațiile multidomeniu) își au originile în acestea, transformările fiind sub aspectul implementării și sau combinării acestora, transpunând, astfel, abordarea clausewitziană privind perenitatea naturii războiului și schimbarea permanentă a caracterului acestuia. Astfel, sistemele autonome (în special) permit operaționalizarea lor în modalități noi și surprinzătoare, alături de domenii de implementare conexe, cum ar fi cele specifice sprijinului logistic (transporturi și sprijin medical) ducând la schimbări spectaculoase ale modului de desfășurare a conflictelor.

Lovitura de precizie. La bordul acestor vehicule fără pilot se află aparatura electrono-optică în infraroșu și SAR¹⁵⁹ pentru mărirea și menținerea supravegherii zonei de acțiune, planificarea misiunilor făcându-se în timp real. Prin sistemele de la bord de tip ELINT¹⁶⁰ și COMINT¹⁶¹ se poate monitoriza spațiul electromagnetic, iar prin întrebuințarea muniției se pot efectua lovituri punctuale și de maximă precizie și eficiență. De asemenea, evaluarea pierderilor și distrugerilor se poate face în timp real și permanent.

În prezent, sistemele de senzori și lovire în timp real au devenit o realitate a câmpului de luptă modern, deși, deocamdată, în executarea de acțiuni cu efecte letale se utilizează vehicule semiautomate, în cazul

¹⁵⁹ SAR – Synthetic Aperture Radar – Radar cu apertură sintetică.

¹⁶⁰ ELINT (Electronic Intelligence) – informații obținute din radiații electromagnetice, altele decât detonațiile atomice sau sursele radioactive.

¹⁶¹ COMINT (Communications Intelligence) – informații obținute prin interceptarea comunicațiilor adversarului (de exemplu, morse, radio, fax etc.).

căroră decizia întrebuințării sistemului de armament aparține ființei umane care controlează sistemul fără pilot. Totuși, tendințele sunt în favoarea realizării unor sisteme autonome de selectare a țintei și de luare a deciziei privind distrugerea acesteia, odată cu perfecționarea sistemelor de prelucrare a informațiilor pe care le-am descris anterior.

Reiterăm existența unor demersuri serioase și avansate pentru dezvoltarea unor aplicații care vizează convergența tehnologică dintre vehiculele autonome cu potențial distructiv și inteligența artificială. Un exemplu în acest sens este cel al minidronelor purtătoare de mici încărcături explozive, care au posibilitatea să selecteze o țintă umană prin recunoaștere facială și să se detoneze în proximitate, ducând la uciderea acesteia¹⁶².

Tendințele privind gradul de control ce poate fi exercitat asupra unor asemenea sisteme de armament și acuratețea cu care se realizează efectele distructive sunt pe cât de limitate, pe atât de îngrijorătoare. Utilizarea unor asemenea mijloace în configurație de roi poate genera efecte letale majore pe câmpul de luptă, fără a acorda potențialelor ținte vreo șansă de a le contracara. Mai mult decât atât, perfecționarea sistemelor de senzori și de propulsie, corelată cu augmentarea capacității de selecție și decizie conferită de dezvoltările viitoare ale inteligenței artificiale și cu modificarea încărcăturii de luptă, atât în ceea ce privește cantitatea, cât și tipul acesteia (posibilitatea de a întrebuința inclusiv încărcături CBRN) permit apariția unor asemenea situații, în viitorul apropiat.

Războiul informațional a existat dintotdeauna și a depins de fiecare dată de avansul tehnologic al momentului. În prezent, operaționalizarea acestuia are o dinamică fulminantă, iar în următoarea decadă se va plia pe echipamentele din ce în ce mai complexe ce vor fi introduse în cadrul structurilor de forțe. Aceste echipamente, cum ar fi sistemele de calcul emergente (cuantice, neuronale etc.), vor afecta atât modul de analiză, cât și procesul de elaborare a deciziilor. Totuși, nu

¹⁶² Micro drones killer arms robots – autonomous artificial intelligence, URL: <https://www.youtube.com/watch?v=TIO2gcs1YvM>

trebuie uitat faptul că procesele aferente depind în mod vital de obținerea de informații reale și oportune despre mediul de operare, în special despre adversar și ceilalți actori prezenți în zona de operație, concomitent cu protejarea acțiunilor proprii.

Un exemplu de scenariu ar consta în penetrarea legăturilor de comunicații ale adversarului, prin introducerea pe câmpul de luptă a sistemelor automatizate și robotizate, care ar submina semnificativ acțiunile militare. Sistemele fără pilot uman la bord au o importanță semnificativă în asemenea misiuni, alături de minele inteligente sau rachetele de croazieră. De asemenea, în măsura în care potențialul adversar are o configurație demasificată și acționează în zone noncontigue, descentralizarea actului de comandă devine imperios necesară. Proliferarea sistemelor autonome va conferi, în viitor, o nouă abordare a acestei cerințe, amplificată de implementarea inteligenței artificiale.

Manevra dominantă este importantă tocmai prin dislocarea forțelor la timpul și locul potrivit, care, prin efectele produse asupra inamicului, poate determina paralizia strategică a acestuia și capitularea. Sistemele de vehicule fără pilot la bord pot avea un aport considerabil prin cercetarea și supravegherea manevrelor, prin acțiuni de lovire (UCAV-uri¹⁶³), prin transportul armamentelor și materialelor de luptă în câmpul tactic, precum și prin susținerea și protecția forțelor în zona de litoral (USV și UUV).

Războiul în spațiul cosmic presupune exploatarea acestui domeniu fizic de operare în scopul desfășurării operațiilor militare la nivel global și în timp real. Acesta oferă puterilor militare posibilitatea proiecției forței cu viteze incredibile și în situații neprevăzute. Sistemele spațiale fără pilot uman la bord sunt, deocamdată, mijloace de sprijin (deși, în viitorul apropiat, vor putea avea o componentă de luptă cu efecte semnificative), având în compunere o componentă *spațială*, reprezentată prin platformele satelitare dotate cu senzori

¹⁶³ UCAV – Unmanned Combat Aerial Vehicle.

multispectrali (de exemplu, platformele spațiale de cercetare și supraveghere, plasate pe orbite geostaționare și/sau pe orbite polare joase), o componentă *terestră* și o componentă a *utilizatorilor*. Aceste subsisteme sunt într-o legătură destul de fragilă unele cu altele, fiind supuse unor reale amenințări, un potențial adversar având posibilitatea să exploateze vulnerabilitățile aferente conexiunii prin interferența sau întreruperea acesteia. Autonomizarea elementelor de execuție ar contribui semnificativ la reducerea vulnerabilităților.

Războiul bazat pe rețea, un concept inventat cu câteva decenii în urmă, a reușit să revoluționeze arta militară prin regândirea sistemelor de lovire a unei ținte în sensul scurtării timpului de analiză, de luare a deciziei și de implementare. Realizarea unor conexiuni directe între sistemele de detecție, de analiză și de lovire, dispuse, fiecare dintre ele, într-o configurație de tip rețea a permis parcurgerea ciclului decizional al lui Boyd (OODA) într-un timp infinit mai scurt decât în formula clasică.

Implementarea acestui concept utilizând rețele de senzori, de analiză a situației și luare a deciziei și de sisteme de lovire, toate acestea dispuse la bordul unor vehicule autonome configurate în rețea ar putea crea un dispozitiv de tip roi care să contracareze, teoretic, orice amenințare, de la grupuri de oameni, la mașini de luptă, la nave sau submersibile¹⁶⁴, și până la avioane de atac și rachete balistice. O asemenea soluție ar putea fi viabilă inclusiv pentru contracararea aparent inexpugnabilelor rachete hipersonice, eventual complementată cu o constelație satelitară care să sporească posibilitățile de detecție a lansării și a traiectului vectorul țintă și cu sistemele de interceptare de la sol care să suplimenteze efectele cinetice.

Transporturi. Din studiile realizate a rezultat faptul că mai mult de jumătate din victimele înregistrate în rândul combatanților, în conflictele contemporane, apar atunci când militarii livrează combustibil, hrană sau alte materiale în zonele de operații. În consecință, s-a luat decizia

¹⁶⁴ <https://asiatimes.com/2020/07/underwater-armada-us-navy-eyes-drone-wolf-packs/>

dezvoltării unor vehicule fără pilot, care să fie în măsură să execute transporturi, pentru reducerea pierderilor umane.

În aprilie 2019, la Fort Bliss din Texas, US Army a prezentat primele 10 camioane capabile să se deplaseze fără șoferi, într-un convoi. Acesta este doar unul dintre multele proiecte de sisteme de vehicule autonome aflate în derulare. Sistemul este proiectat astfel încât să aibă șofer doar în primul camion, acesta fiind urmat îndeaproape de șase camioane fără pilot, oferind militarilor posibilități reale de susținere a acțiunilor desfășurate, de a dezvolta tactici și proceduri inovative care să poată fi întrebuințate pe câmpul de luptă cu riscuri minime¹⁶⁵.

Tendențele în acest domeniu sunt extrem de interesante. Extinzând mediul de acțiune în spațiul tridimensional, realizarea unui sistem de transport dotat cu mijloace autonome terestre, aeriene și navale, care să se deplaseze în interiorul unei zone de operații, într-un mod controlat și optimizat de către un centru de comandă automatizat (susținut, eventual de inteligența artificială) este o perspectivă realizabilă în următoarele două decade.

În acest sens, un pas important trebuie realizat în dezvoltarea și implementarea noilor tehnologii în domeniul senzorilor, cum ar fi LiDAR, care folosește impulsuri laser pentru a măsura omnidirecțional distanțele până la obiecte de orice dimensiune și a naviga cu succes în spațiul terestru și aerian¹⁶⁶. O altă soluție ingenioasă referitoare la senzori este oferită de către specialiștii de la IEEE Xplore¹⁶⁷, una dintre cele mai mari organizații din lume dedicată dezvoltării tehnologiei în beneficiul umanității. Autorii studiului au explorat posibilitatea de a amplasa senzori într-un mediul greu accesibil cu ajutorul unui sistem de tip *dart-shooting*. În funcție de suprafața de dispunere a senzorului, acesta

¹⁶⁵ Joann Muller, *The Army steps up its pace on self-driving cars*, <https://www.axios.com/us-army-military-casualties-autonomous-vehicles-1ff51e01-3b16-4a1c-9587-ce55dee74788.html>

¹⁶⁶ James Billington, *The role of autonomous vehicles in the military*, URL: <https://www.autonomousvehicleinternational.com/opinion/military-avs.html>

¹⁶⁷ André Farinha et al, *Unmanned Aerial Sensor Placement for Cluttered Environments*, IEEE Robotics and Automation Letters, Volume: 5, Issue: 4, Oct. 2020, disponibil la URL: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=9164987>

poate fi montat pe săgeți sau pe alți suportți aderenți (de exemplu, magnetici) care să fie plasați cu ajutorul unei „drone”. Pentru navigația în mediul naval, se află în studiu tehnologii cel puțin la fel de ingenioase, unele chiar inspirate din natură. Polaris Consulting, partea Grupului TP, finanțează dezvoltarea unei tehnologii denumită *ants on deck*¹⁶⁸, un sistem software care generează automat rutele optime pentru vehicule autonome care se deplasează la suprafață, inspirată din metoda întrebuințată de către furnici pentru a găsi hrană. Prin acest sistem, Royal Navy intenționează să utilizeze în viitor nave autonome, economisind combustibil și evitând coliziunile.

*Sprijin medical.*¹⁶⁹ O altă aplicație a vehiculelor autonome vizează acordarea de sprijin medical. Analizând conflictele contemporane, s-a constatat faptul că un număr mare de victime a fost înregistrat atât în rândurile personalului medical, în timp ce aceștia încercau să trateze militarii angajați în luptă, sub focul inamicului, sau când efectuau intervenții dificile în zonele periculoase (zone minate sau contaminate CBRN), precum și în rândul combatanților, în timp ce ofereau sprijin pentru camarazii răniți.

În domeniul medical, sistemele fără pilot la bord ar putea avea aplicații diverse, cum ar fi: localizarea victimelor, extracția/evacuarea forțelor, livrarea de medicamente sau materiale, telemedicina și chiar recuperarea, evacuarea și îngrijirea medicală acordată pe timpul transportului personalului militar rănit. Avantajele identificate sunt majore: o mai mare flexibilitate tactică și operațională pentru comandanți; executarea misiunii în condiții meteorologice nefavorabile sau într-un mediu contaminat CBRN; scăderea riscului asociat transportului resurselor medicale critice pentru primul ajutor în zone care

¹⁶⁸ Berenice Baker, *Ants on Deck helps autonomous boats find the way*, URL: <https://www.naval-technology.com/features/ants-on-deck-autonomous-boats/>

¹⁶⁹ Mai multe informații sunt disponibile în articolul ”The use of autonomous systems for evacuation and medical support” realizat de către lt.col. lect. univ. dr. ing. Eduard Jeler, material publicat în *Lucrările Conferinței internaționale Strategies XXI – The Complex and Dynamic Nature of the Security Environment*, organizată în cadrul Universității Naționale de Apărare „Carol I”, de către Centrul de Studii Strategice de Securitate și Apărare în perioada 14-15 noiembrie 2019.

sunt greu accesibile sau expuse focului inamic; multiplicarea eforturilor întreprinse în cadrul sistemului de evacuare medicală.

Exemple ale implementării sistemelor autonome în domeniul medical există deja: BEAR – *Battlefield Extraction Assist Robot* (dezvoltat de către Vecna Robotics, o companie americană de robotică cu sediul în Cambridge, Massachusetts), iRobot PackBot și iRobot Valkyrie (testate deja în conflictele din Afganistan și Irak), TAGS CX (*Tactical Amphibious Ground Support system* – experiment dezvoltat de către *U.S. Army Medical Research and Materiel Command Telemedicine*) sau sistemul LSTAT (*Life Support for Trauma and Transport* – o unitate de terapie intensivă în miniatură conceput de US Army pentru a oferi îngrijiri pacienților răniți pe timpul transportului sau în zonele izolate unde resursele sunt limitate). În viitorul apropiat, asemenea sisteme ar putea salva multe vieți, cu risc zero pentru personalul medical.

Concluzii

Tehnologia a produs întotdeauna schimbări majore la nivelul organizării și întrebuințării forțelor armate, iar sistemele de mijloace fără pilot la bord nu fac excepție. Mai mult, prin capabilitățile pe care le pot oferi în viitor, UAS pot reprezenta un veritabil *game-changer* în arta războiului, dar și în viața cotidiană, în egală măsură.

Societatea se va adapta la evoluția acestei tehnologii care pare că prezintă posibilități, virtual, nelimitate, în special conjugate cu altele, emergente, așa cum am prezentat anterior. La nivelul structurilor de forțe se vor produce transformări specifice, potrivite cu tehnica achiziționată. Vor apărea sistemele de instruire și structurile logistice specializate, dar și structuri de conducere familiarizate cu modul de întrebuințare în luptă a vehiculelor fără pilot la bord. Mai mult, corelarea sistemelor autonome cu inteligența artificială, în măsură să se perfecționeze continuu, ar putea influența major modul de desfășurare a acțiunilor militare, indiferent de natura lor: cercetare-supraveghere, angajare, sprijin etc.

În concluzie, prezența sistemelor autonome/semiautomate pe câmpul de luptă devine o necesitate tocmai prin soluțiile inovatoare ale noilor tehnologii și transformările pe care acest tip de tehnică le va genera în domeniul doctrinei, strategiei militare și, mai ales, în cadrul tehnicilor, tacticilor și procedurilor întrebuintate în luptă.

UAS au un potențial de dezvoltare ridicat și vor revoluționa modul de desfășurare al operațiilor militare schimbând, pe măsura nivelului de implementare calitativ și cantitativ, caracterul războiului în mai multe aspecte, pozitive sau negative:

- ar putea slăbi rolul direcționării politice a acțiunilor militare prin forțarea delegării către eșaloane inferioare a deciziei și a responsabilității implementării acesteia, pentru a crea posibilitatea unor forme mai rapide de producere a efectelor dorite;

- în eventualitatea întrebuintării UAS de către forțele guvernamentale pentru a controla populația, ar putea reduce posibilitatea acestora de a-și câștiga sprijinul și legitimitatea, prin aceasta facilitând generarea/sporirea vulnerabilităților în rândul populației actorului de tip statal;

- deși caracteristicile clausewitziene ale războiului (interacțiunea, șansa, uzura și incertitudinea) vor persista, sistemele fără pilot la bord pot introduce noi sensuri ale acestora, în contextul schimbării de paradigmă indusă de reducerea prezenței factorului uman în câmpul tactic;

- introducerea în dotarea forțelor armate a vehiculelor autonome va determina schimbări majore în TTP implementate în desfășurarea acțiunilor militare, proporționale cu nivelul de modernizare și, implicit, caracteristicile acestora;

- reducerea riscurilor asumate pe timpul ducerii luptei armate va determina asumarea unor modalități de îndeplinire a obiectivelor surprinzătoare și „curajoase”;

- puterea de luptă ar crește considerabil prin eliminarea posibilității apariției unor obstacole în desfășurarea acțiunilor militare, care incumbă ființei umane, cum ar fi apariția oboselii, reducerea capacității

de operare în condiții nefavorabile, starea vremii, vizibilitate, stres, teamă, dezorientare, emoție, radiații etc.;

- eliminarea discernământului uman poate duce la apariția unor evenimente critice determinate de încălcarea unor norme de drept internațional umanitar, a regulilor de angajare etc.

Bibliografie:

1. ***, ”Micro drones killer arms robots – autonomous artificial intelligence”, <https://www.youtube.com/watch?v=TlO2gcs1YvM>
2. ALLEN, T.S.; BROWN, Kyle; ASKONAS, Jonathan, *How the Army Out-Innovated the Islamic State’s Drones*, dec. 2020, <https://warontherocks.com/2020/12/how-the-army-outinnovated-the-islamic-states-drones/>
3. BAKER, Berenice, *Ants on Deck helps autonomous boats find the way*, <https://www.naval-technology.com/features/ants-on-deck-autonomous-boats/>
4. BILLINGTON, James, ”The role of autonomous vehicles in the military”, <https://www.autonomousvehicleinternational.com/opinion/military-avs.html>
5. CARELESS, James, ”Unmanned Systems”, *Canadian Defence Review*, iun. 2020, http://www.canadiandefencereview.com/featured_content?blog/184
6. FARINHA, André et al, *Unmanned Aerial Sensor Placement for Cluttered Environments*, IEEE Robotics and Automation Letters, Volume: 5, Issue: 4, Oct. 2020, <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=9164987>
7. JELER, Eduard, ”The use of autonomous systems for evacuation and medical support”, *Conferința internațională Strategies XXI – The Complex and Dynamic Nature of the Security Environment*, CSSAS, nov. 2019.

8. MAKICHUK, Dave, "Underwater armada: US Navy eyes drone wolf packs", 23 iulie 2020, <https://asiatimes.com/2020/07/underwater-armada-us-navy-eyes-drone-wolf-packs/>
9. MULLER, Joann, *The Army steps up its pace on self-driving cars*, <https://www.axios.com/us-army-military-casualties-autonomous-vehicles-1ff51e01-3b16-4a1c-9587-ce55dee74788.html>
10. REIM, Garrett, *Why attritable UAVs have aerospace manufacturers rethinking lucrative MRO and upgrades*, mar 2020, <https://www.flightglobal.com/flight-international/why-attritable-uavs-have-aerospace-manufacturers-rethinking-lucrative-mro-and-upgrades/136834.article>
11. SCHROTH, Lukas, "Drones and Artificial Intelligence", 2018, <https://droneii.com/drones-and-artificial-intelligence>

RACHETELE HIPERSONICE

Mihai ZODIAN

Capitolul de față tratează o temă care a irupt în atenția opiniei publice și a specialiștilor, după câteva decenii de dezvoltări lente. Problema avansului tehnologiei rachetelor nu poate fi separată de contextul politic și diplomatic în care a evoluat, caracterizat prin intensificarea tensiunilor între Statele Unite, Federația Rusă și China. Unele dezbaterile și predicțiile au un parfum de Război Rece, însă așteptările s-ar putea să nu fie justificate.

Definire

Rachetele hipersonice reprezintă sisteme teoretizate și investigate de vreo trei-patru decenii; după unii autori, primele cercetări se pot data chiar din timpul celui de-al Doilea Război Mondial, la fel ca majoritatea tipurilor de rachete existente, de altfel¹⁷⁰. Este vorba despre o tehnologie destul de dificil de realizat, costisitoare și controversată, promovată momentan de un număr restrâns de state, dar care a intrat în atenția publică în condițiile tensionării relațiilor dintre actorii majori din ultimii ani. Până acum, dintre rachete, cele balistice intercontinentale (ICBMs) au avut un impact major asupra războiului și impresia a rămas, devenit mai importantă în perioade conflictuale, chiar dacă se poate dovedi o comparație eronată¹⁷¹.

Rachetele hipersonice constituie un subiect des mediatizat în rândurile specialiștilor, dar nu lipsit de ambiguități. Denumirea este atribuită vehiculelor care pot atinge viteze de peste 6.000 km/oră (5

¹⁷⁰ Cameron Tracy, "Setting the Record Straight on Hypersonic Weapons", *Union of Concerned Scientists*, 3 februarie 2020, URL: <https://allthingsnuclear.org/ctracy/setting-the-record-straight-on-hypersonic-weapons/>, accesat la 11 iunie 2021.

¹⁷¹ Lawrence Freedman, Jeffrey Michaels, *The Evolution of Nuclear Strategy*, Palgrave MacMillan, ediția a patra, [1981] 2019, p. 213.

Mach sau de cinci ori viteza sunetului) și se poate referi la sisteme transportate cu alte mijloace (vehicule plane) sau la modele complet noi (motoare statoreactoare supersonice)¹⁷². Sunt avuți în vedere vectori purtați pe ICBMs, sau rachete de croazieră foarte rapide, la înălțime joasă, fiind destinate unor obiective strategice și tactice diverse, de exemplu, de a evita „scuturile”; însă denumirea a fost criticată din cauza ambiguității și unui optimism exagerat al avocaților noii tehnologii și este mai curând formulă convenabilă decât o denumire precisă și exhaustivă, după regulile uzuale ale definițiilor¹⁷³. Ținând cont de caracteristici, criticii au dreptate să sublinieze că probabil nu reprezintă o tehnologie revoluționară, sau în termenii echivalenței la modă, disruptivă, pe termen scurt sau mediu, dar poate influența strategiile și practicile de descurajare și operațiile convenționale¹⁷⁴.

Astfel, după câteva decenii de încercări și promisiuni, sistemele de armament hipersonice se află în diferite stadii de cercetare, testare și dezvoltare de către marile puteri, iar Federația Rusă a amplasat deja unul, denumit Avangard¹⁷⁵. Acesta intră în categoria celor cu potențial

¹⁷² Michael T. Klare, "An 'Arms Race in Speed': Hypersonic Weapons and the Changing Calculus of Battle", *Arms Control Association*, iunie 2019, URL: <https://www.armscontrol.org/act/2019-06/features/arms-race-speed-hypersonic-weapons-changing-calculus-battle> (accesat la 22 februarie 2020); ***, „Clasificarea motoarelor de aviație”, *InfoAviație*, URL: <http://www.infoaviație.ro/clasificarea-motoarelor-de-aviație/19>, accesat la 11 iunie 2021.

¹⁷³ N.A.: Denumirea poate induce confuzie deoarece Rachetele Balistice Intercontinentale (ICBM) îndeplinesc acest criteriu, dar, prin definiție, sunt de tipuri și cu traiectorie diferită (parabolică). Vehiculele de reintrare în atmosferă clasic sunt la rândul lor hipersonice, ca și unele modele de avioane. Vezi Cameron Tracy, interviu, în Elliott Negin, "Ask a Scientist: Calling out the Hype over Hypersonic Weapons", *Union of Concerned Scientists*, 2 aprilie 2021, URL: <https://blog.ucsusa.org/elliott-negin/calling-out-the-hype-over-hypersonic-weapons/>, accesat la 11 iunie 2021 și Ivett Leyva, "The relentless pursuit of hypersonic flight", *Physics Today*, 1 noiembrie 2017, DOI: <https://physicstoday.scitation.org/doi/10.1063/PT.3.3762>.

¹⁷⁴ Ivan Oelrich, "Cool your jets: Some perspective on the hyping of hypersonic weapons", *Bulletin of the Atomic Scientists*, 1 ianuarie 2020, URL: <https://thebulletin.org/premium/2020-01/cool-your-jets-some-perspective-on-the-hyping-of-hypersonic-weapons/>, accesat la 17 iunie 2021; Richard H. Speier, George Nacouzi, Carrie A. Lee, Richard M. Moore, *Hypersonic Missile Nonproliferation. Hindering the Spread of a New Class of Weapons*, RAND, 2017, p. 13.

¹⁷⁵ Julian E. Barnes, David Sanger, "Russia Deploys Hypersonic Weapon, Potentially Renewing Arms Race", *The New York Times*, 27 decembrie 2019, URL:

strategic, din cauza capacității de a transporta focoase nucleare, fiind vorba despre un vehicul de reintrare capabil de manevre, prin planare. Acesta este transportat de un ICBM până la înălțimea necesară, oficialitățile ruse evidențiind capabilitatea de a evita sistemele moderne de apărare împotriva rachetelor și a fost supus inspecțiilor stabilite în documentul Noul START din 2010¹⁷⁶.

Influențe asupra artei militare

Pentru alte tipuri de misiuni, *Rusia* a adaptat, din câte se pare, racheta Iskander pentru a fi lansată din aer, ceea ce este considerată a fi o altă armă hipersonică, sub denumirea *Kinzhal*, deși sistemul original depășea și el 5 Mach, o altă ilustrare a ambiguității denumirii, mărindu-i raza de acțiune de 3-4 ori, la 2.000 km și dezvoltă un sistem lansat de pe nave, *Zircon*¹⁷⁷. Problema armamentelor rusești constă în costul și numărul mic de sisteme avansate pe care le pot construi autoritățile, în consecință¹⁷⁸. Aceste limitări constrâng și reduc mult din avantajele pur tehnice, deseori mediatizate.

Spre deosebire de Federația Rusă, *China* deține al doilea buget militar din lume, investește masiv în cercetare în termeni absoluți, are un plan controversat de dezvoltare tehnologică și este interesată de aceste noi instrumente. Autoritățile chineze au urmărit mai multe proiecte, dintre care cel mai avansat este vehiculul planor DF-ZF, amplasat pe racheta intermediară DF-17, ceea ce sugerează obiective regionale, inclusiv de a depăși sisteme defensive¹⁷⁹. Sistemul a fost

<https://www.nytimes.com/2019/12/27/us/politics/russia-hypersonic-weapon.html>, accesat la 22 februarie 2020.

¹⁷⁶ *Ibidem*.

¹⁷⁷ Kelley M. Saylor, "Hypersonic Weapons: Background and Issues for Congress", *Congressional Research Service*, 26 aprilie 2021, pp. 11-13; Missile Threat, "Kinzhal", URL: <https://missilethreat.csis.org/missile/kinzhal/>, accesat la 17 iunie 2021.

¹⁷⁸ David Axe, "Russia's Hypersonic Strike Force is Mostly for Show", *Forbes*, 17 decembrie 2020, URL: <https://www.forbes.com/sites/davidaxe/2020/12/17/russias-hypersonic-strike-force-is-mostly-for-show/>, (accesat la 17 iunie 2021).

¹⁷⁹ Kelley M. Saylor, "Hypersonic Weapons: Background and Issues for Congress", *op. cit.*, pp. 14-16; Missile Threat, "DF – 17", URL: <https://missilethreat.csis.org/missile/df-17/>, accesat la 17 iunie 2021; Paul Bernstein, Dain Hancock, "China's Hypersonic Weapons", *Georgetown*

prezentat în timpul paradei din 2019, iar unele surse au anunțat desfășurarea sa în vecinătatea Taiwanului, în contextul tensiunilor din 2020¹⁸⁰.

Statele Unite ale Americii au fost mai preocupate de a dezvolta armamente capabile de a lovi precis, de la distanțe mari (*Prompt Global Strike*), ținte convenționale, bine protejate, inițial în cadrul campaniilor contrateroriste, dar și ca potențială metodă de a contracara sistemele moderne de apărare antiaeriană și antirachetă. Presiunea a fost însă mai mică, iar Rusia și China beneficiază de avans aici, cel puțin publicistic. Momentan, autoritățile americane investighează mai multe posibilități și prototipuri, a crescut interesul decidenților și finanțarea, dar există numeroase critici referitoare la utilitatea acestei tehnologii¹⁸¹.

Proiectele de acest gen au fost puse sub semnul întrebării deoarece riscă să inducă o confuzie între rolurile strategice și convenționale ale sistemelor de armament în relațiile cu Federația Rusă și China și că ar putea fi percepute ca reprezentând o amenințare, deoarece ar pune în pericol și forțele de ripostă, fundamentul descurajării nucleare, printr-o lovitură preemtivă de contraforță¹⁸². Sistemele cu baza la sol erau problematice în contextul tratatului INF, care permitea cercetarea, dar interzicea orice demers suplimentar, începând cu testarea, însă documentul a fost denunțat ca urmare a încălcărilor Federației Ruse și atitudinii mai generale a administrației Trump despre acest tip de diplomatie¹⁸³.

Journal of International Affairs, 27 ianuarie 2021, URL: <https://gjia.georgetown.edu/2021/01/27/chinas-hypersonic-weapons/>, accesat la 17 iunie 2021.

¹⁸⁰ *Ibidem*; EurAsian Times Desk, "China Deploys Hypersonic DF – 17 Missiles With the Aim of Invading Taiwan – Taiwanese Media", *The Eurasian Times*, 19 octombrie 2020, URL: <https://eurasianimes.com/china-deploys-hypersonic-df-17-missiles-with-the-aim-to-invading-taiwan-taiwanese-media/>, accesat la 17 iunie 2021.

¹⁸¹ Kelley M. Sayler, "Hypersonic Weapons: Background and Issues for Congress".

¹⁸² Hans M. Christensen, "Talks at U.S. Strategic Command and University of California San Diego", *Federation of American Scientists*, 12 august 2012, URL: <https://fas.org/blogs/security/2012/08/talks/>, accesat la 14 iunie 2021.

¹⁸³ Amy F. Woolf, "Conventional Prompt Global Strike and Long-Range Ballistic Missiles: Background and Issues", *Congressional Research Service*, decembrie 2020.

Tendențe

Predicțiile despre armamente în sens științific sunt imposibile din cauza multiplicității de factori implicați, dar se pot contura unele tendințe, în speranța că argumentele vor rezista în timp, cu rezerva că, anticipările pe durate mai lungi sau mai detaliate au șanse mai mari să fie lipsite de valoare.

Aceste generalități recomandă prudența în special pentru sistemele de armamente, care reprezintă produsul unor combinații de factori interni și externi, diferiți în funcție de actori, poziție, statut etc.¹⁸⁴ O interpretare generală a stabilității sistemului internațional, în următoarele două decenii, este necesară, ținând cont de caracteristica de globalizare competitivă, în care internaționalizarea economiei coexistă cu rivalitățile dintre actorii majori, de unde rezultă că un război hegemonic (mondial, de anvergură) este foarte improbabil; un război regional important este tot improbabil, dar șansele de declanșare cresc, pe măsură ce tensiunile se intensifică¹⁸⁵.

Dinamica armamentelor are o logică proprie, așa cum a argumentat Barry Buzan¹⁸⁶. În studiile strategice și istoria militară, dar și în mediile decizionale sau în opinia publică, dezbaterile despre revoluția în afacerile militare a devenit destul de indecisă în ceea ce privește factorii, tendințele și consecințele pe termen lung. Ceea ce a picat a fost ideea unei rupturi bruște, care produce schimbări radicale și de anvergură, din următoarele motive: modificările pot fi cumulative și

¹⁸⁴ Mark Gilchrist, "Emergent Technology, Military Advantage, and the Character of Future War", *RealClear Defense*, iulie 2018, URL: https://www.realcleardefense.com/articles/2018/07/26/emergent_technology_military_advantage_and_the_character_of_future_war_113655.html, accesat 2 februarie 2020; Andrew D. James, *Emerging Technologies and Military Capability*, RSIS, 2019.

¹⁸⁵ Yan Xuetong, în Evan Osnos, "The Future of America's Contest With China", *The New Yorker*, 6 ianuarie 2020, URL: <https://www.newyorker.com/magazine/2020/01/13/the-future-of-americas-contest-with-china>, accesat la 2 februarie 2020; Charles Doran, "Power Cycle Theory, the Shifting Tides of History, and Statecraft. Interpreting China's Rise", *The SAIS Europe Journal*, 1 aprilie 2012, URL: <http://www.saisjournal.org/posts/power-cycle-theory-the-shifting-tides-of-history-and-statecraft>, accesat 2 februarie 2020.

¹⁸⁶ Barry Buzan, *An Introduction to Strategic Studies: Military Technology And International Relations*, Palgrave MacMillan, f. 1., 1987.

pe termen lung; actorii se adaptează la natura vagă a propunerilor reformatorilor¹⁸⁷. Clifford J. Rogers a evidențiat distincția, inspirată din biologie dintre revoluții (transformaționalism) și echilibru punctuat, adică combinația dintre schimbări lente și momente scurte și intense de accelerare și a argumentat că această a doua metaforă este mai sugestivă pentru dinamica tehnologiei militare, iar „revoluțiile” nu sunt fenomene unice, ci avem de-a face cu serii, de-a lungul istoriei; în cazul de acum, tehnologiile emergente, practic, sunt o altă formă și o continuare a RMA¹⁸⁸.

Pornind de la evaluările unor specialiști, fundamentate pe anunțurile oficiale, funcționarea organizațiilor etc. este de așteptat ca acest nou tip de armament să fie amplasat în următorul deceniu; că va juca un rol în conflictele convenționale, dar mai puțin în domeniul nuclear, cu excepția furnizării unui alt mijloc de descurajare¹⁸⁹. Costurile mari și faptul că avem de-a face cu o tehnologie încă imatură ridică numeroase semne de întrebare, deși ar putea juca un rol în zone ca Asia de Est. Impactul publicitar este deja evident.

Fiind vorba despre aplicații multiple, beneficiile diferă. Aceste instrumente sunt rezultatul unor îmbunătățiri în înțelegerea tehnicilor de propulsie, a materialelor sau a tehnologiilor de simulare computerizată, care motivează practic tratarea lor în aceeași categorie, în ciuda confuziilor induse de denumire. De asemenea, rămân probleme tehnice, în special în ceea ce privește motoarele statoreactoare și trebuie distins între zborul hipersonic în general, a cărui stăpânire completă este încă o speranță și rachetele hipersonice, un modest început, chiar ținând cont că nu este vorba despre o denumire precisă, în al doilea caz¹⁹⁰.

¹⁸⁷ Eliot A. Cohen, „Technology and Warfare”, în John Baylis, James Wirtz, Colin Gray, *Strategy in the Contemporary World*, ed. 6, Oxford University Press, 2018, pp. 133-139.

¹⁸⁸ Clifford J. Rogers, „The Military Revolutions of the Hundred Years War”, în Clifford J. Rogers (coord.), *The Military Revolutions Debate. Readings on the Military Transformation of the Early Modern Europe*, Routledge, f. 1., 2018, pp. 76-77.

¹⁸⁹ Speier *et al*, p. xii.

¹⁹⁰ Vezi Ivett Leyva, *op. cit*; Ivan Oelrich, „Cool your jets...”, *op. cit*.

Pentru rachetele de croazieră la joasă înălțime, până în 600 de metri, deja manevrabile, chiar dacă nu reprezintă un atribut exclusiv, viteza poate reprezenta un câștig, în special în conflictele convenționale îndreptate împotriva unor adversari inferiori tehnologici, grosul confruntărilor în care s-au angajat actorii majori de pe plan internațional în ultimele decenii. S-ar compensa deficiența tipică acestei categorii de armament, încetineala, dar nu ar reieși un avantaj decisiv, în cazul unor confruntări asimetrice, în care strategia adversarilor este de a evita superioritatea tehnologică; în al treilea rând, clasa este încă în stadiul de proiect sau se lovește de probleme tehnice și de scepticism¹⁹¹.

Un alt motiv de interes l-ar constitui o mai bună capabilitate de a evita interceptarea, pentru aplicațiile strategice. De exemplu, vehiculul de reintrare în atmosferă manevrabil, practic o navetă, poate transporta explozive nucleare sau convenționale. ICBM-ul îl transportă până la înălțimea zborului suborbital, de 100 de km, după care acesta își poate modifica traiectoria, spre deosebire de mașinile clasice, ceea ce, potrivit specialiștilor, înseamnă că sunt mai greu de detectat, cu tehnologia de acum, traseul este dificil de anticipat, la fel ca și ținta, ceea ce ar complica și mai mult eforturile de țintire ale apărării antirachetă¹⁹². Cu toate acestea, arsenalele masive cu ICBM-uri relativ moderne oricum le pot înfrânge¹⁹³.

Noile tehnologii nu sunt lipsite de critici. O vulnerabilitate a zborului la viteză mare, în atmosferă, este posibilitatea de fi detectate și urmărite de către un oponent avansat, inclusiv în zborul la înălțimi mari, din cauza încălzirii¹⁹⁴. În cazul unor conflicte simetrice, ar trebui ales între viteză și detecție, ceea ce înseamnă că aceste sisteme nu pot fi evaluate doar în izolare. Se adaugă motivele generale de rezervă: noi

¹⁹¹ *Ibidem*; Kelley M. Saylor, "Hypersonic Weapons: Background and Issues for Congress", *op. cit.*

¹⁹² Kelley M. Saylor, Amy F. Woolf, "Defense Primer: Hypersonic Boost-Glide Weapons", *Congressional Research Service*, 8 iunie 2021.

¹⁹³ Cameron Tracy, interviu.

¹⁹⁴ *Ibidem*.

costuri; riscurile legate de curse ale înarmărilor și proliferarea; posibilitatea destabilizării echilibrului strategic central¹⁹⁵.

În ciuda temerilor, *balanța terorii* va rămâne probabil stabilă. Din perspectivă strategică, vulnerabilitatea forței de ripostă este problematică, însă arsenalele nucleare ale actorilor majori sunt diverse și au porțiuni greu de țintit, în general, submarinele, dar și unitățile mobile. Noile instrumente de luptă nu vor schimba acest tip de echilibru și pot consolida reziliența ICBM-urilor, motivul pentru care marile puteri sunt interesate de ele¹⁹⁶. Cu siguranță că vor complica și vor crește costurile apărării antirachetă, însă pentru ani buni de zile, vor fi limitate la statele avansate din perspectiva tehnologiei militare.

Valoarea prudenței este subestimată de critici. Chiar dacă noile sisteme oferă niște avantaje a căror importanță a fost supraestimată de promotori și media, autoritățile diferitelor state sunt obligate cel puțin să investigheze ideile în detaliu. Într-un sistem internațional în care, deși cheltuielile militare sunt reduse ca pondere din PIB și cursele înarmărilor propriu-zise sunt rare, decidenții sunt supuși influențelor competitive din partea altor actori și dinspre surse interne sau tehnologice, pentru a evita apariția unui avantaj decisiv din partea unui rival potențial sau real (problema câștigurilor relative în condiții de anarhie)¹⁹⁷. Intensitatea acestei dileme a securității (sau a tehnologiei) este variabilă, însă declinul încrederii în controlul armamentelor în ultimii ani sporește incertitudinea și stimulează interesul actorilor majori în tehnologia respectivă, care se poate dovedi, totuși, mai puțin utilă decât se credea inițial¹⁹⁸.

¹⁹⁵ *Ibidem*.

¹⁹⁶ Andrew W. Reddie, "Hypersonic missiles: Why the new 'arms race' is going nowhere fast", *Bulletin of the Atomic Scientists*, 13 ianuarie 2020, URL: <https://thebulletin.org/2020/01/hypersonic-missiles-new-arms-race-going-nowhere-fast/>, accesat la 2 februarie 2020.

¹⁹⁷ N.A.: Cursele înarmărilor presupun rivalități intense și eforturi deosebite, spre deosebire de simplele competiții tehnologice și sunt legate de tensiuni și conflicte, dar influențele sunt destul de complexe. Barry Buzan a propus formularea de dinamică a armamentelor, pentru a clarifica această distincție.

¹⁹⁸ Andrew W. Reddie, *op. cit.*

Utilizarea sistemelor deja existente ar reprezenta o primă reacție în fața tehnologiilor respective. Criticii modei rachetelor hipersonice au subliniat că, în ceea ce privește provocarea strategică, adică nucleară, venită din partea altor actori majori, rachetele hipersonice nu aduc schimbări radicale și formula curentă a triadei este suficientă pentru asigurarea politicii de descurajare¹⁹⁹. În ceea ce privește sistemele convenționale, multe lucruri depind de cât de ușor pot fi detectate și monitorizate de către senzorii în spectrul infraroșu montați pe sateliți.

Ameliorarea rețelelor de radare terestre și de senzori de sateliți reprezintă o altă opțiune. Scopurile ar consta în reducerea marjei de manevră a sistemelor ofensive și detectarea la înălțime redusă și ar putea completa aranjamentele de apărare aeriană și antirachetă, motiv pentru care este discutată în SUA²⁰⁰. Autoritățile americane promovează un cadru pentru dezvoltarea tehnologiilor intitulat *National Space Defense Architecture*, care include coordonarea a 550 de sateliți, inclusiv sisteme amplasate pe orbită înaltă și joasă pentru detecția și monitorizarea rachetelor hipersonice; alte idei se referă la îmbunătățirea interceptorilor folosiți de către sistemele de apărare aeriană și antirachetă²⁰¹.

Dezvoltarea răspunsurilor până la un nivel de *suficiență*, evitând costuri excesive ar fi o a treia alternativă. Mai mulți observatori au remarcat că sistemele dezvoltate de marile puteri răspund unor obiective diferite: SUA este interesată de lovituri convenționale; Federația Rusă și China, de credibilitatea forțelor de ripostă nucleară și de descurajarea regională²⁰². În aceste condiții, cu un nivel minimal de negociere, necesitatea dezvoltării unor răspunsuri s-ar putea să fie foarte presantă. Va conta și gradul sau intensitatea rivalităților dintre acești actori.

¹⁹⁹ *Ibidem*.

²⁰⁰ Kelley M. Sayler, Stephen M. McCall, "Hypersonic Missile Defense: Issues for Congress", Congressional Research Service, 11 iunie 2021.

²⁰¹ *Ibidem*.

²⁰² Lawrence Freedman, Jeffrey Michaels, *op. cit.*, p. 194; Kelley M. Sayler, Amy F. Woolf, "Defense Primer"; Ivan Oelrich, "Hypersonic missiles: Three questions every reader should ask", *Bulletin of the Atomic Scientists*, 17 decembrie 2019; URL: <https://thebulletin.org/2019/12/hypersonic-missiles-three-questions-every-reader-should-ask/>, accesat la 17 iunie 2021.

Descurajarea rămâne un obiectiv de politică. Această opțiune se poate realiza, după cum au propus mai mulți specialiști, cu mijloacele existente, eventual consolidate prin strategii inteligente, sau prin amplificarea demersurilor simetrice, ca dezvoltarea unor arsenale echivalente, sau unele noi, ca recursul masiv la tehnologiile Inteligenței Artificiale²⁰³. Descurajarea însă nu reprezintă o strategie autonomă, ci un element al unui conflict politic de anvergură și importanța sa depinde de contextul general²⁰⁴. Din nou, revine ideea că fundamental va fi climatul diplomatic dintre Statele Unite, Federația Rusă și China, în principal.

Controlul armamentelor ar putea fi luat din nou în calcul. Administrația Trump a denunțat Tratatul INF, iar viitorul noului START părea să fie pus sub semnul întrebării; succesorii l-au prelungit; în schimb, alte documente, ca Tratatul Cer Deschis au fost ignorate²⁰⁵. Controlul armamentelor a fost privit, în mod tradițional, nu doar ca un răspuns idealist la cursa înarmărilor, dar și ca o posibilitate prin care dezavantajele militare se pot compensa sau unele costuri pot fi evitate²⁰⁶. Rămâne însă de văzut ce va urma, deoarece noua administrație democratică se confruntă cu probleme grave interne, iar în ceea ce privește regimurile și cooperarea internațională, este mai implicată și favorabilă multilateralismului decât guvernarea republicană, dar menține unele accente protecționiste și unilaterale.

Concluzii

În multe cazuri, este dificil a se estima de la început importanța unui sistem de armamente, mai ales că schimbările sunt de fapt continue, formează un flux, care uneori se accelerează, după cum s-a subliniat în discuția despre revoluțiile militare evocată anterior.

²⁰³ Andrew W. Reddie, *op. cit.*; Alexey Arbatov, "Mad Momentum Redux. The Rise and Fall of Nuclear Arms Control", *Survival*, iunie-iulie 2019, vol. 61(3), pp. 7-38.

²⁰⁴ Patrick M. Morgan, *Deterrence now*, Cambridge University Press, 2003.

²⁰⁵ Andrew W. Reddie, *op. cit.*; Alexey Arbatov, *op. cit.*

²⁰⁶ John Baylis, Mark Smith, "The Control of Weapons of Mass Destruction", în John Baylis, James Wirtz, Colin S. Gray, Eliot Cohen, *Strategy in the Contemporary World*, Oxford University Press, 2002.

Destinul rachetelor a fost paradoxal: cele mai puternice și mai moderne sisteme de acest tip compun osatura politicilor de descurajare nucleară și au avut un impact major, care a constat în a nu fi utilizate în sens literal; mai mult, foarte multe au fost distruse în cadrul programelor de control și reducere a armamentelor. Rachetele hipersonice vor avea, în parte, un destin similar, fiindcă cele mai avansate programe, rusești și chineze, sunt tot strategice sau, cel puțin, destinate a contracara apărarea antirachetă.

Politicile de descurajare sunt însă importante, deși contestate și pot eșua. Pe lângă aceste considerații, rachetele hipersonice convenționale cu rază scurtă, medie sau lungă de acțiune se pot construi pentru lovituri la distanță, în combinație cu dronele și alte tehnologii considerate emergente, accentuând tendințele de automatizare a luptei. În același timp, acest tip de armament presupune infrastructura de supraveghere și țintire a unei mari puteri sau, cel puțin, a unui stat bogat și costuri mari de achiziție și întreținere.

În ceea ce privește România, există mai multe motive de interes, mai ales că majoritatea proiectelor par a fi interesate de învingerea sistemelor antirachetă și a celor destinate apărării antiaeriene. După cum s-a văzut din discuția critică, argumentele par a fi suficiente momentan pentru a considera că schimbul de informații și politicile de descurajare din cadrul Alianței Nord-Atlantice sau al parteneriatelor strategice constituie surse de securitate și aici. Rămâne de văzut ce dezvoltare va avea tehnologia respectivă, însă momentan este într-un stadiu incipient și se confruntă cu mai multe semne de întrebare.

Bibliografie:

1. ARBATOV, Alexey, "Mad Momentum Redux. The Rise and Fall of Nuclear Arms Control", *Survival*, iunie-iulie 2019, vol. 61(3).
2. AXE, David, "Russia's Hypersonic Strike Force is Mostly for Show", *Forbes*, 17 decembrie 2020, <https://www.forbes.com/sites/davidaxe/2020/12/17/russias-hypersonic-strike-force-is-mostly-for-show/>
3. BARNES, Julian E.; SANGER, David, "Russia Deploys Hypersonic Weapon, Potentially Renewing Arms Race", *The New York Times*, 27 decembrie 2019, <https://www.nytimes.com/2019/12/27/us/politics/russia-hypersonic-weapon.html>
4. BAYLIS, John; SMITH, Mark, "The Control of Weapons of Mass Destruction", în (coord.) BAYLIS, John, WIRTZ, James, GRAY, Colin S., COHEN, Eliot, *Strategy in the Contemporary World*, Oxford University Press, 2002.
5. BERNSTEIN, Paul; HANCOCK, Dain, "China's Hypersonic Weapons", *Georgetown Journal of International Affairs*, 27 ianuarie 2021, <https://gjia.georgetown.edu/2021/01/27/chinas-hypersonic-weapons/>
6. BUZAN, Barry, *An Introduction to Strategic Studies: Military Technology And International Relations*, Palgrave MacMillan, f. 1., 1987.
7. CHRISTENSEN, Hans M., "Talks at U.S. Strategic Command and University of California San Diego", *Federation of American Scientists*, 12 august 2012, <https://fas.org/blogs/security/2012/08/talks/>
8. COHEN, Eliot A., "Technology and Warfare", în (coord.) BAYLIS, John, WIRTZ, James, GRAY, Colin S., *Strategy in the Contemporary World*, 6 ed., Oxford University Press, 2018.

9. DORAN, Charles, "Power Cycle Theory, the Shifting Tides of History, and Statecraft. Interpreting China's Rise", *The SAIS Europe Journal*, 1 aprilie 2012, <http://www.saisjournal.org/posts/power-cycle-theory-the-shifting-tides-of-history-and-statecraft>
10. ***, "China Deploys Hypersonic DF – 17 Missiles With the Aim of Invading Taiwan – Taiwanese Media", *The Eurasian Times*, 19 octombrie 2020, <https://eurasianimes.com/china-deploys-hypersonic-df-17-missiles-with-the-aim-to-invading-taiwan-taiwanese-media/>
11. FREEDMAN, Lawrence, MICHAELS, Jeffrey, *The Evolution of Nuclear Strategy*, Palgrave MacMillan, ediția a patra, [1981] 2019.
12. GILCHRIST, Mark, "Emergent Technology, Military Advantage, and the Character of Future War", *RealClear Defense*, iulie 2018, https://www.realcleardefense.com/articles/2018/07/26/emergent_technology_military_advantage_and_the_character_of_future_war_113655.html
13. ***, „Clasificarea motoarelor de aviație”, *InfoAviație*, <http://www.infoaviatie.ro/clasificarea-motoarelor-de-aviatie/19>
14. JAMES, Andrew D., *Emerging Technologies and Military Capability*, RSIS, 2019.
15. KLARE, Michael T., "An 'Arms Race in Speed': Hypersonic Weapons and the Changing Calculus of Battle", *Arms Control Association*, iunie 2019, <https://www.armscontrol.org/act/2019-06/features/arms-race-speed-hypersonic-weapons-changing-calculus-battle>
16. LEYVA, Ivett, "The relentless pursuit of hypersonic flight", *Physics Today*, 1 noiembrie 2017, <https://physicstoday.scitation.org/doi/10.1063/PT.3.3762>
17. ***, "Kinzhal", *Missile Threat*, <https://missilethreat.csis.org/missile/kinzhal/>

18. ***, "DF – 17", Missile Threat, https://missilethreat.csis.org/missile/_df-17/
19. MORGAN, Patrick M., *Deterrence now*, Cambridge University Press, 2003.
20. OELRICH, Ivan, "Cool your jets: Some perspective on the hyping of hypersonic weapons", *Bulletin of the Atomic Scientists*, 1 ianuarie 2020, <https://thebulletin.org/premium/2020-01/cool-your-jets-some-perspective-on-the-hyping-of-hypersonic-weapons/>
21. OELRICH, Ivan, "Hypersonic missiles: Three questions every reader should ask", *Bulletin of the Atomic Scientists*, 17 decembrie 2019, <https://thebulletin.org/2019/12/hypersonic-missiles-three-questions-every-reader-should-ask/>
22. REDDIE, Andrew W., "Hypersonic missiles: Why the new `arms race` is going nowhere fast", *Bulletin of the Atomic Scientists*, 13 ianuarie 2020, <https://thebulletin.org/2020/01/hypersonic-missiles-new-arms-race-going-nowhere-fast/>
23. ROGERS, Clifford J., "The Military Revolutions of the Hundred Years War", în ROGERS, Clifford J., (coord.), *The Military Revolutions Debate. Readings on the Military Transformation of the Early Modern Europe*, Routledge, f. 1., 2018.
24. SAYLER, Kelley M.; MCCALL, Stephen M., "Hypersonic Missile Defense: Issues for Congress", Congressional Research Service, 11 iunie 2021.
25. SAYLER, Kelley M., WOOLF, Amy F., "Defense Primer: Hypersonic Boost-Glide Weapons", *Congressional Research Service*, 8 iunie 2021.
26. SAYLER, Kelley M., "Hypersonic Weapons: Background and Issues for Congress", *Congressional Research Service*, 26 aprilie 2021.
27. SPEIER, Richard H.; NACOUZI, George; LEE, Carrie A.; MOORE, Richard M., *Hypersonic Missile Nonproliferation. Hindering the Spread of a New Class of Weapons*, RAND, 2017.

28. TRACY, Cameron, "Setting the Record Straight on Hypersonic Weapons", *Union of Concerned Scientists*, 3 februarie 2020, <https://allthingsnuclear.org/ctracy/setting-the-record-straight-on-hypersonic-weapons/>
29. TRACY, Cameron, Interviu, în NEGIN, Elliott, "Ask a Scientist: Calling out the Hype over Hypersonic Weapons", *Union of Concerned Scientists*, 2 aprilie 2021, <https://blog.ucsus.org/elliott-negin/calling-out-the-hype-over-hypersonic-weapons/>
30. WOOLF, Amy F., "Conventional Prompt Global Strike and Long-Range Ballistic Missiles: Background and Issues", *Congressional Research Service*, decembrie 2020.
31. XUETONG, Yan, în OSNOS, Evan "The Future of America`s Contest With China", *The New Yorker*, 6 ianuarie 2020, <https://www.newyorker.com/magazine/2020/01/13/the-future-of-americas-contest-with-china>

DEZVOLTAREA ȘI ACCESUL LA CAPABILITĂȚI SPAȚIALE CU POTENȚIALĂ UTILIZARE MILITARĂ

*Cristian BĂHNĂREANU
Marius Titi POTÎRNICHE*

Accesul și libertatea de a manevra în spațiu ar trebui să se încadreze în categoria intereselor naționale vitale, deoarece sprijină securitatea națională, sprijină eforturile de informații, sprijină economia și societatea și, nu în ultimul rând, stă la baza fiecărui instrument al puterii naționale. În acest sens, sateliții, cele mai comune sisteme spațiale, îndeplinesc sarcini critice privind comunicațiile, poziționarea și navigația, avertizarea timpurie, urmărirea unor obiective, supravegherea și cercetarea terestră, precum și sarcini de culegere de informații. Răspândirea tehnologiilor și echipamentelor spațiale oferă guvernelor și entităților nonstatale oportunități deosebite de creștere a eficienței capabilităților militare.

Definire

Echipamentele și facilitățile spațiale oferă capabilități de luptă critice, cu posibilitatea de a produce efecte mult superioare celor terestre, aeriene sau navale. Capabilitățile de atac ale sistemelor spațiale, înainte sau pe timpul unui conflict convențional, au intrat în dotarea multor națiuni, iar capabilitățile de exploatare a informațiilor preluate de la sau prelucrate de sateliți sunt tot mai răspândite.

Mai mult de 170 de state au acces la capabilitățile spațiale, iar 11 dintre ele au infrastructura necesară de lansare a sateliților²⁰⁷. Din

²⁰⁷ John E. Hyten, *Statement of John E. Hyten, Commander, United States Strategic Command before the House Committee on Armed Services, Military Assessment of Nuclear Weapons Requirements*, 8 martie 2017, URL: <http://docs.house.gov/meetings/AS/AS00/20170308/105640/HHRG-115-AS00-Wstate-HytenUSAFJ-20170308.pdf>, accesat la 10.02.2020.

1991 până în 2016, 43% din sateliții noi și 39% din lansări aparțin sau au fost desfășurate de către alți actori decât SUA și Rusia, în principal de către China, Japonia, India și Uniunea Europeană²⁰⁸. Mai mult, SUA a înființat, la sfârșitul anului 2019, o nouă categorie de forțe armate cu misiuni în domeniul spațial, denumită Forța Spațială, Germania a creat un comandament separat dedicat spațiului (2021), Franța și-a redenumit „armata aerului” în Forța Aeriană și Spațială (2020), iar China a dezvoltat Forța de Sprijin Strategic cu sarcini în domeniul războiului spațial, cibernetic și electronic (2015). Rusia are o tradiție mai îndelungată în acest domeniu, forțele spațiale fiind inițial formate în anul 1992 și restabilite în 2015.

Influența asupra artei militare

În ultimii ani, dezvoltarea de *capabilități spațiale* și accesul la acestea reprezintă un factor determinant în procesul de apărare împotriva unor posibile amenințări și de realizare și consolidare a securității naționale. Puterea spațială se referă la mijloacele de a descuraja, înfrânge, distruge și, în anumite cazuri, de a interzice potențialilor adversari accesul la spațiu în scop militar sau civil. Sistemele spațiale oferă acoperire aproape globală, inclusiv acces la obiective și zone interzise, precum și o serie de alte avantaje operaționale (libertate de acțiune, posibilitate de survol, utilizare multiplă, capacitate rapidă de răspuns etc.)²⁰⁹. În rândurile de mai jos vom detalia cele mai importante echipamente și facilități spațiale existente la ora actuală, care pe lângă întrebuintarea pașnică în scop civil și comercial, pot fi utilizate și în plan militar (defensiv, ofensiv sau ambele).

Sateliții de comunicații oferă comunicații de voce, emisiuni de televiziune, internet în bandă largă, servicii mobile și servicii de transfer de date pentru utilizatorii civili, comerciali și militari din întreaga lume²¹⁰.

²⁰⁸ Todd Harrison, Zack Cooper, Kaitlyn Johnson, Thomas G. Roberts, *Escalation & Deterrence: In the Second Space Age*, Report of the CSIS Aerospace Security Project, Center for Strategic and International Studies, octombrie 2017, p. 6.

²⁰⁹ ***, *Joint Publication 3-14: Space Operations*, Joint Chiefs of Staff, 10 April 2018, p. viii.

²¹⁰ Jerry Jon Sellers, *Understanding Space: An Introduction to Astronautics*, 4th Edition, CEI: United States, 2015.

Sateliții ISR (Intelligence, Surveillance and Reconnaissance – ISR) furnizează date de teledetecție, inclusiv date despre uscat, mare și atmosfera Pământului, și sunt utilizați atât în scopuri civile și comerciale, cât și militare. Sateliții de acest tip susțin o varietate de activități militare prin furnizarea de informații, avertizare (inclusiv despre activitatea de rachete balistice), evaluări ale pagubelor/pierderilor pe câmpul de luptă și dispunerea forțelor armate²¹¹.

Componenta de avertizare a *apărării antirachetă* utilizează senzori tereștri și spațiali pentru a notifica asupra atacurilor cu rachete și permit furnizarea de soluții la operațiile de apărare sau atac. Senzorii din spațiu oferă, de obicei, prima indicație a unei lansări, iar radarele de la sol oferă informații de urmărire și confirmă atacul.

Constelațiile de *sateliți de navigație* furnizează date despre *poziționare, navigare și sincronizare (Position, Navigation and Timing – PNT)* care permit utilizatorilor civili, comerciali și militari să-și determine locația exactă și ora locală. Sateliții de navigație ai unor actori, precum UE, Rusia și SUA, oferă acoperire globală, spre deosebire de Japonia și India, care operează sisteme regionale. China reprezintă o excepție deoarece operează atât un sistem regional, cât și unul global de navigație prin satelit²¹².

Arhitectura de comandă și control (Command and Control – C2) a sateliților este modul prin care utilizatorii controlează și comunică cu sateliții. Centrul de control folosește legătura de *uplink* cu satelitul pentru a livra comenzi, iar cea de *downlink* pentru a transmite datele către o stație de la sol, care are receptorii necesari pentru a primi aceste date. Unele constelații de sateliți folosesc sateliții cu releu, care permit comunicarea între sateliți în afara zonei de recepție a unei stații de la sol, realizând o conexiune între segmentul spațial și operator²¹³. Orice componentă a arhitecturii C2 este vulnerabilă la atac, vulnerabilitățile

²¹¹ *Ibidem*; ***, *Joint Publication 3-14: Space Operations, op. cit.*, 10 aprilie 2018.

²¹² ***, *GPS: The Global Positioning System*, URL: <https://www.gps.gov>, accesat la 10.02.2020.

²¹³ Jerry Jon Sellers, *op. cit.*, 2015.

variind de la cele fizice la cele specifice războiului electronic, ceea ce poate perturba conexiunea între segmentul spațial și operator.

Lansarea spațială este capacitatea de a livra sarcini utile în spațiu. Vehiculele de lansare spațială pot implementa, susține, mări sau reconstitui constelații de sateliți în sprijinul clienților civili, comerciali sau militari²¹⁴. În ultimii ani, NASA a făcut trecerea de la un sistem de acces în spațiu exclusiv condus de guvern la unul în care sunt implicate și companii private (SpaceX, Blue Origin, Virgin Galactic etc.), înregistrându-se progrese semnificative în reducerea costurilor transportului de mărfuri și persoane în spațiul cosmic. De exemplu, SpaceX a reușit să dezvolte un sistem de reutilizare a vehiculelor spațiale de lansare și creșterea sarcinii utile ce poate fi transportată de racheta purtătoare.

În funcție de complexitatea lor și gradul dorit de acoperire, capacitățile spațiale descrise mai sus pot fi plasate pe una dintre următoarele tipuri de orbită:

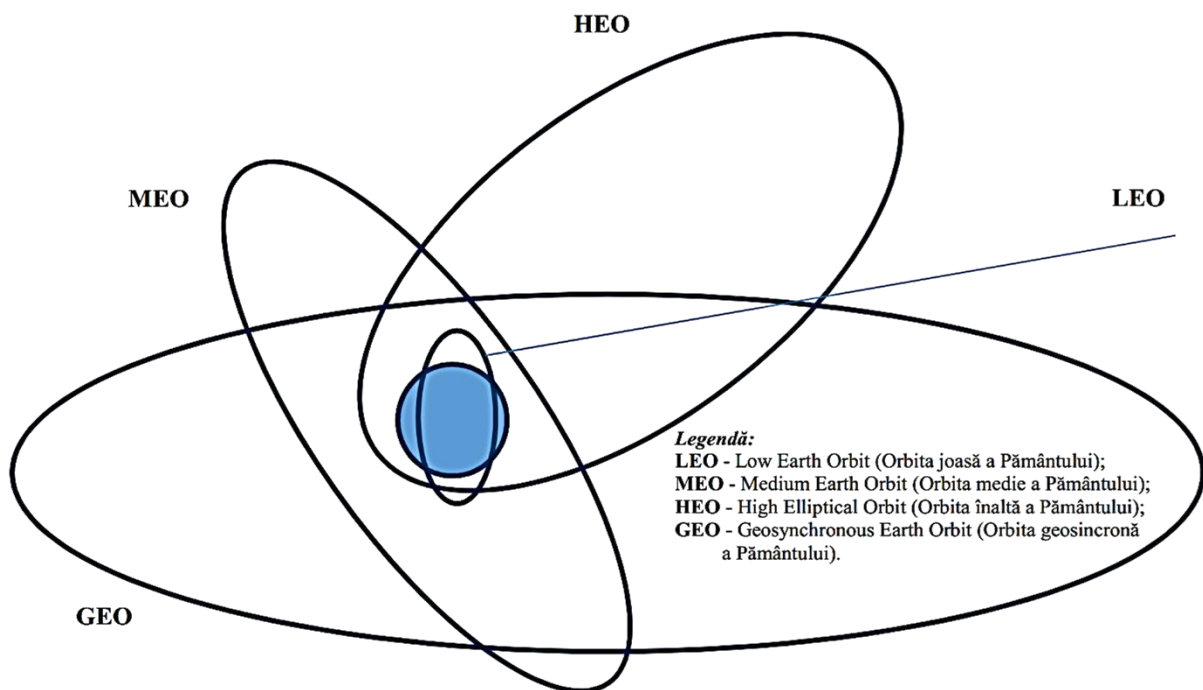


Figura nr. 8: Tipuri de orbită terestră²¹⁵

²¹⁴ ***, *GPS: The Global Positioning System, op. cit.*, 10 aprilie 2018.

²¹⁵ ***, *The Space Briefing Book: A Reference Guide to Modern Space Activities*, Space Foundation, 2019, p. 16.

De exemplu, *LEO* se întinde până la o altitudine de până la 2.000 km și este utilizată pentru comunicații, ISR și zbor uman (aici se găsește și Stația spațială internațională). *MEO* se află aproximativ între 2.000 și 35.786 km și este folosită mai ales pentru sateliții de comunicații și GPS. *GEO* este plasată la 35.786 km, iar *HEO* la peste 35.786 km, ambele oferind condiții optime pentru sistemele de comunicații, ISR și avertizare antirachete.

Din perspectivă militară, spațiul reprezintă o nouă dimensiune a câmpului de luptă modern unde marile puteri caută să-și sporească capacitățile militare și securitatea națională. Sporirea importanței spațiului pentru realizarea securității a determinat, de asemenea, multe țări să analizeze necesitatea de a dezvolta propriile *capabilități contraspațiu* care pot fi folosite pentru a induce în eroare, perturba, respinge, deteriora sau distruge sistemele spațiale ale adversarului. O serie de sisteme de apărare clasice, dar și noi tehnologii și echipamente – pe care le analizăm mai jos -, sunt din ce în ce mai des aduse în discuție atunci când se vorbește de amenințări sau capabilități spațiale în contextul noii curse de cucerire a spațiului.

Amenințările cibernetice. Spațiul cibernetic domină toate celelalte domenii de luptă, inclusiv spațiul cosmic, iar multe operații desfășurate în acest mediu depind de spațiul cibernetic și viceversa²¹⁶. Prin cunoștințe sofisticate despre rețelele de satelit C2 și rețelele de distribuție a datelor, unii actori pot utiliza capacitățile ofensive ale spațiului cibernetic pentru a genera o serie de efecte reversibile și, chiar, ireversibile împotriva sistemelor spațiale, infrastructurii de la sol asociată, utilizatorilor și legăturilor dintre aceștia.

Armele cu energie direcționată (Directed Energy Weapons – DEW) sunt utilizate pentru a perturba, deteriora sau distruge echipamentele și instalațiile inamice²¹⁷. Aceste arme, care pot avea efecte temporare sau permanente, includ lasere, microunde de mare putere și alte tipuri de arme cu radiofrecvență. În funcție de tipul echipamentului, poate fi dificil să se determine originea unui atac DEW.

²¹⁶ *Ibidem.*

²¹⁷ ***, *DOD Dictionary of Military and Associated Terms*, Office of the Chairman of the Joint Chiefs of Staff, octombrie 2018.

Războiul electronic (Electronic Warfare – EW) include utilizarea tehnicilor de bruieră, blocare și *spoofing*²¹⁸ pentru a controla spectrul electromagnetic²¹⁹. EW poate fi dificil de atribuit și de distins de interferențele neintenționate. Bruierea *uplink* este direcționată către satelit și afectează serviciile pentru toți utilizatorii din zona de recepție a satelitului. Blocarea *downlink* are un efect local, deoarece este direcționată către utilizatorii de la sol, cum ar fi o structură de forțe care utilizează navigația prin satelit pentru a-și determina punctul de stație. *Spoofingul* înșală receptorul prin introducerea unui semnal fals cu informații eronate.

Amenințările cu energie cinetică sau rachetele antisatelit (Anti-SATellite – ASAT) sunt concepute pentru a distruge sateliții fără a amplasa sistemul de arme sau oricare dintre componentele sale pe orbită. Aceste sisteme constau de obicei dintr-un sistem de lansare fix sau mobil (aeronave), o rachetă și un vehicul de distrugere cinetic. Odată eliberat, vehiculul de distrugere cinetic folosește un căutător de bord pentru a intercepta satelitul țintă. Atacurile de rachete ASAT cu baza pe sol sunt mai ușor de realizat decât cele contraspațiu, cum ar fi DEW, iar efectele lor pot crea resturi orbitale.

Pentru clarificare, menționăm că acțiunile de luptă purtate în spațiu pot fi împărțite în trei categorii principale:

- rachetele balistice lansate de la sol pentru a distruge sateliții inamici de spionaj sau pentru a localiza țintele în terenul advers;
- rachetele spațiu-sol, care pot fi lansate de sateliți pentru a distruge forțele inamice la sol, similar cu bombardamentul aerian și rachetele de croazieră. Unele puteri militare majore încearcă să folosească fascicule laser puternice pentru a atinge obiectivul;
- rachete spațiu-spațiu, care pot fi lansate de către sateliți împotriva sateliților ostili.

Amenințările orbitale. Sistemele orbitale sau sistemele cu baza în spațiu sunt sateliți care pot realiza efecte temporare sau permanente împotriva altor echipamente spațiale. Aceste sisteme ar putea include

²¹⁸ Situație în care o persoană sau un program se identifică cu succes ca alta, falsificând date, pentru a obține un avantaj nelegitim.

²¹⁹ ***, *DOD Dictionary of Military and Associated Terms, op. cit.*, octombrie 2018.

încărcături utile, cum ar fi vehicule de distrugere cinetică, blocaje de radiofrecvență, lasere, pulverizatoare chimice, microunde de mare putere și mecanisme robotizate. Unele dintre aceste sisteme, cum ar fi tehnologia robotizată pentru întreținerea și repararea sateliților și eliminarea resturilor, au utilizări pașnice, dar pot fi folosite și în scopuri militare.

Cunoașterea situației în spațiul cosmic (Space Situational Awareness – SSA) presupune generarea de cunoștințe actualizate despre poziția unui obiect spațial și capacitatea de a urmări și prezice poziția sa viitoare. Aceasta include, de asemenea, înțelegerea intenției unui actor pentru sistemele sale spațiale²²⁰. SSA este necesară pentru operații spațiale, inclusiv capacitatea de a distruge obiectele spațiale și de a evalua eficacitatea unui atac. Sensorii de supraveghere și identificare a obiectelor spațiale (telescoape, radare și senzori spațiali) sunt cei care furnizează datele pentru SSA²²¹.

Tablelul nr. 2: Tipuri de armament contra-spațiu²²²

	Tip de atac	Atribuire	Reversibilitate	Conștientizare	Evaluare a daunelor	Distrugerii colaterale
Cinetic ²²³	Atacul țintelor terestre	Gama variată de armamente în funcție de modul de atac	Ireversibil	Poate fi sau nu cunoscut public	Confirmarea succesului aproape instantaneu	Stația poate controla mai mulți sateliți; posibile pierderi de vieți omenești
	Ascensiune directă ASAT ²²⁴	Poate fi atribuit unui punct de lansare	Ireversibil	În funcție de traiectorie poate fi cunoscut	Confirmarea succesului aproape instantaneu	Resturile orbitale pot afecta alți sateliți de pe aceeași orbită

²²⁰ ***, *DOD Dictionary of Military and Associated Terms, op. cit.*, 10 April 2018.

²²¹ Tom Wilson, "Threats to United States Space Capabilities", Commission to Assess United States National Security Space Management and Organization, 2001.

²²² Todd Harrison, Kaitlyn Johnson, Thomas G. Roberts, *Space Threat Assessment 2019*, CSIS Aerospace Security Project, Center for Strategic and International Studies, April 2019.

²²³ Armament cinetic reprezintă armamentul care încearcă să lovească direct sau să detoneze un focos în apropierea satelitului sau a unei ținte terestre.

²²⁴ N.A.: Ascensiune directă ASAT se referă la încercările de a lovi cu armamentul un satelit folosind traiectoria care intersectează satelitul țintă fără amplasarea interceptorului pe orbită. Rachetele balistice sau rachetele defensive interceptoare pot fi modificate pentru a acționa ca armament cu ascensiune directă ASAT, atunci când au suficient combustibil să atingă satelitul aflat pe orbită.

	Tip de atac	Atribuire	Reversibilitate	Conștientizare	Evaluare a daunelor	Distrugeri colaterale
	Coorbital ASAT ²²⁵	Poate fi atribuit pentru urmărirea orbitală anterior cunoscută	Ireversibil sau reversibil în funcție de capabilități	Poate fi sau nu cunoscut public	Confirmarea succesului aproape instantaneu	Se pot produce, sau nu, resturi orbitale
Noncinetic ²²⁶	Detonare nucleară la altitudine foarte mare	Poate fi atribuit unui punct de lansare	Ireversibil	Cunoscut public	Confirmarea succesului aproape instantaneu	Efectele nesistematice ale nivelurilor mari de radiații de pe orbită pot persista pentru luni sau ani
	Laser de mare putere	Atribuire limitată	Ireversibil	Doar operatorul satelitului are cunoștință	Confirmare limitată a succesului dacă satelitul începe să se deplaseze necontrolat	Ar putea lăsa satelitul țintă dezactivat și necontrolabil
	Laser de orbire	Atribuirea pe timpul atacului din locația laserului	Reversibil sau ireversibil; atacatorul poate sau nu să aibă control	Doar operatorul satelitului are cunoștință	Fără confirmarea succesului	
	Microunde de mare putere	Atribuire limitată	Reversibil sau ireversibil; atacatorul poate sau nu să aibă control	Doar operatorul satelitului are cunoștință	Confirmare limitată a succesului dacă satelitul începe să se deplaseze necontrolat	Ar putea lăsa satelitul țintă dezactivat și necontrolabil
	Bruiaj <i>uplink</i>	Atribuire modestă în funcție de	Reversibil	Doar operatorul satelitului are cunoștință	Fără confirmarea succesului	Doar perturbarea semnalului

²²⁵ N.A.: Armamentul coorbital ASAT diferă de cel cu ascensiune directă pentru că acesta este plasat pe orbită, iar atunci când este comandat poate manevra și lovi ținta. Armamentul coorbital poate fi inactiv pe orbită mai mulți înainte de a fi activat; Bill Beyer, Nicholas Nelson, "Space Congestion Threatens to 'Darken Skies'", *National Defense Magazine*, 28 June 2018, URL: <https://www.nationaldefensemagazine.org/articles/2018/6/28/viewpoint-space-congestion-threatens-to-darken-skies>, accesat la 25.02.2020.

²²⁶ N.A.: Armamentul noncinetic (laser, microunde de înaltă putere, impuls electromagnetic) poate avea efecte fizice asupra sateliților sau țintelor terestre fără a avea contact fizic. Aceste atacuri au loc cu viteza luminii și, în unele cazuri, nu pot fi/nu sunt vizibile și sunt dificil de atribuit unui anume adversar.

	Tip de atac	Atribuire	Reversibilitate	Conștientizare	Evaluare a daunelor	Distrugerii colaterale
Electronic ²²⁷		modul de atac				țintă și posibil a unor frecvențe adiacente
	Bruiaj <i>downlink</i>	Atribuire modestă în funcție de modul de atac	Reversibil	Doar operatorul satelitului are cunoștință, poate sau nu să fie cunoscut de către public	Confirmarea limitată a succesului dacă monitorizarea RF locală este posibilă	Doar perturbarea semnalului țintă și posibil a unor frecvențe adiacente
	<i>Spoofing</i>	Atribuire modestă în funcție de modul de atac	Reversibil	Poate fi sau nu cunoscut public	Confirmarea limitată succesului dacă efectul este vizibil	Doar perturbarea unor semnale țintă specifice RF
Cibernetice ²²⁸	Interceptarea datelor sau monitorizare	Atribuire limitată sau incertă	Reversibil	Poate fi sau nu cunoscut public	Confirmarea succesului aproape instantaneu	
	Distrugerea datelor	Atribuire limitată sau incertă	Reversibil	Doar operatorul satelitului are cunoștință, poate sau nu să fie cunoscut de către public	Confirmarea succesului aproape instantaneu	
	Menținerea controlului	Atribuire limitată sau incertă	Reversibil sau ireversibil în funcție de modul atac	Doar operatorul satelitului are cunoștință, poate sau nu să fie cunoscut de către public	Confirmarea succesului aproape instantaneu	Ar putea lăsa satelitul țintă dezactivat și necontrolabil

Raportul din 2021 al organizației *Secure World Foundation* analizează activitățile, planurile și capacitățile contraspațiale ale principalilor actori ai arenei internaționale, de la arme care vizează sateliții de pe orbită, până la blocarea comunicațiilor prin satelit și atacuri cibernetice asupra stațiilor de la sol²²⁹. Astfel, *China* are în derulare trei programe care au ca scop dezvoltarea unei arme antisatelit

²²⁷ N.A.: Atacurile electronice sunt mijloace prin care sistemele spațiale transmit și primesc date prin bruieră sau *spoofing* a semnalelor pe frecvența radio.

²²⁸ N.A.: Atacurile cibernetice țintesc direct datele și sistemele care folosesc aceste date.

²²⁹ Brian Weeden, Victoria Sanson (eds.), *Global Counterspace Capabilities: An Open Source Assessment*, Secure World Foundation, aprilie, 2021.

cu ascensiune directă capabilă să amenințe fizic sateliții și construiește mai multe stații radar terestre și telescoape în vederea cunoașterii situației în spațiul cosmic. *SUA* dispune de tehnologii care ar putea constitui elementele unei arme coorbitale antisatelit și de echipamente cu laser pentru urmărirea sateliților, ar putea orbi senzorii optici ai acestora și a demonstrat capacitatea de interceptare terestră și navală cu rachete antibalistice împotriva unui satelit. Mai mult, sistemul ofensiv de blocare a conexiunilor geostaționare prin satelit este *online* din 2020, iar rețeaua de stații radar terestre și telescoape este în plină dezvoltare. *Rusia* este aproape sigur capabilă de operațiuni antisatelit cu ascensiune directă limitate, dar nu reprezintă încă o amenințare critică. Ea dispune de sisteme laser terestre pentru urmărirea sateliților, care ar putea servi ca armă cu energie direcționată pentru a orbi optica satelitului, și își modernizează sistemele de război electronic, care ar putea bloca legătura de *uplink* cu satelitul. Ambele state au testat operațiuni de întâlnire și proximitate între sateliții pe orbite joase și geosincrone ale Pământului. *India* a demonstrat încă din 2019 că sistemul său de apărare antirachetă ar putea intercepta un satelit pe orbită joasă și există semnale că dezvoltă arme cu energie direcționată. *Japonia* are în dotare un sistem de apărare antirachetă care pare să aibă capacitatea de a ajunge la sateliții pe orbită joasă și se află în discuții în vederea construirii unui satelit pentru interceptarea potențialilor sateliți inamici.

Concluzii

Cursa spațială de astăzi nu se mai desfășoară doar între doi actori (*Rusia* și *SUA*), ci s-au adăugat mult mai mulți „jucători”, odată cu creșterea rapidă a economiilor din Asia. De exemplu, *China* construiește propria stație spațială și dispune, în prezent, de patru facilități de lansare spațială, spre deosebire de ruși și americani care au doar câte trei fiecare. De asemenea, circa 72 de țări au în derulare programe spațiale, inclusiv *India*, *Japonia*, *Brazilia*, *Canada*, *Coreea* de

Sud sau Emiratele Arabe Unite²³⁰. Luna a revenit din nou în atenția puterilor spațiale atât din punct de vedere al elementelor rare ce se găsesc aici, cât și al unor posibile misiuni umane și, în viitorul apropiat, al stabilirii unor baze permanente și de tranzit spre Marte.

Economia spațială mondială – cuprinzând cheltuielile militare, civile și comerciale, atât guvernamentale, cât și neguvernamentale – depășește valoarea de 330 de miliarde de dolari ... cea mai mare parte revenind activității comerciale care s-a ridicat în 2016 la peste trei sferturi din cheltuielile spațiale globale²³¹.

În prezent, nicio țară care vrea să-și dezvolte economia și să-și consolideze securitatea națională nu poate ignora spațiul ca sursă de date, canal de comunicații și domeniu al unor pericole potențiale. Puterea spațială reprezintă, așadar, un factor esențial în dobândirea superiorității în spațiul de luptă și ar trebui integrată în toate operațiile comune, atât ca facilitator, cât și ca multiplicator de forță. China pare a juca în prezent rolul Uniunii Sovietice din anii '60, ascensiunea sa în domeniul rachetelor constituind un stimulent puternic pentru ca SUA și Rusia să-și multiplice eforturile și resursele în vederea explorării și cuceririi spațiului.

Deși cursa înarmării privind spațiul cosmic pare că se accelerează, unele tratate încearcă să o încetinească sau, cel puțin, să-i limiteze ritmul. Unul dintre acestea este *Tratatul privind spațiul exterior (Outer Space Treaty)*²³², care împiedică semnatarii (circa 98 de țări, inclusiv SUA și Rusia) să staționeze arme nucleare sau alte arme de distrugere în masă pe orbita Pământului, pe suprafața Lunii sau pe oricare dintre planete și alte corpuri celeste. Este de remarcat faptul că acest acord interzice doar dispunerea armelor nucleare și a armelor de distrugere în

²³⁰ Luke Harding, "The space race is back on – but who will win?", *The Guardian*, 16 July 2021, URL: <https://www.theguardian.com/science/2021/jul/16/the-space-race-is-back-on-but-who-will-win>, accesat la 30.07.2021.

²³¹ Neil deGrasse Tyson, Avis Lang, *În slujba războiului: alianța secretă dintre astrofizică și armată*, Editura Trei, București, 2020, p. 379.

²³² ***, *Treaty on Principles Governing the Activities of States in the Exploration and Use of Outer Space, including the Moon and Other Celestial Bodies*, United Nations Office for Outer Space Affairs, 19 decembrie 1966.

masă în spațiul exterior, dar nu exclude militarizarea spațiului cosmic, prin întrebuințarea armamentului convențional.

Bibliografie:

1. ***, *DOD Dictionary of Military and Associated Terms*, Office of the Chairman of the Joint Chiefs of Staff, October 2018.
2. ***, *Treaty on Principles Governing the Activities of States in the Exploration and Use of Outer Space, including the Moon and Other Celestial Bodies*, United Nations Office for Outer Space Affairs, 19 December 1966.
3. BEYER, Bill; Nicholas NELSON, "Space Congestion Threatens to 'Darken Skies'", *National Defense Magazine*, 28 June 2018, <https://www.nationaldefensemagazine.org/articles/2018/6/28/viewpoint-space-congestion-threatens-to-darken-skies>
4. HARDING, Luke, "The space race is back on – but who will win?", *The Guardian*, 16 July 2021, <https://www.theguardian.com/science/2021/jul/16/the-space-race-is-back-on-but-who-will-win>
5. HARRISON, Todd; Kaitlyn JOHNSON, Thomas G. ROBERTS, *Space Threat Assessment 2019*, CSIS Aerospace Security Project, Center for Strategic and International Studies, aprilie 2019.
6. HARRISON, Todd; COOPER, Zack; JOHNSON, Kaitlyn; ROBERTS, Thomas G., *Escalation & Deterrence: In the Second Space Age, Report of the CSIS Aerospace Security Project*, Center for Strategic and International Studies, octombrie 2017.
7. HYTEN, John E., *Statement of John E. Hyten, Commander, United States Strategic Command before the House Committee on Armed Services, Military Assessment of Nuclear Weapons Requirements*, 8 martie 2017, <http://docs.house.gov/meetings/AS/AS00/20170308/105640/HHRG-115-AS00-WstateHytenUSAFJ-20170308.pdf>

8. SELLERS, Jerry Jon, *Understanding Space: An Introduction to Astronautics*, 4th Edition, CEI: United States, 2015.
9. TYSON, Neil deGrasse; LANG, Avis. *În slujba războiului: alianța secretă dintre astrofizică și armată*, Editura Trei, București, 2020.
10. WEEDEN, Brian; SANSON, Victoria, *Global Counterspace Capabilities: An Open Source Assessment*, Secure World Foundation, aprilie 2021.
11. WILSON, Tom, "Threats to United States Space Capabilities", *Commission to Assess United States National Security Space Management and Organization*, 2001.
12. ***, *Joint Publication 3-14: Space Operations*, Joint Chiefs of Staff, 10 April 2018.

INFLUENȚA BIOTEHNOLOGIILOR ÎN DOMENIUL MILITAR

Cristian BĂHNĂREANU

Revoluția modernă în afacerile militare a însemnat, în ultimii ani, un progres formidabil al electronicii și nanotehnologiei, al computerelor și inteligenței artificiale, al tehnologiei informației și comunicațiilor și nu numai. Biotehnologia nu a făcut excepție, dezvoltările în domeniu contribuind la progresul științei și, implicit, al societății și economiei globale. Fără îndoială, biotehnologia va avea un impact cel puțin la fel de mare în secolul al XXI-lea ca cel pe care tehnologia informației l-a avut în secolul trecut.

Definire

În 1992, ONU definea *biotehnologia* ca „orice aplicație tehnologică care utilizează sisteme biologice, organisme vii sau derivate din acestea, pentru a realiza sau a modifica produse sau procese cu o utilizare specifică”²³³. Biotehnologia include fabricarea de produse, de la îndulcitori de uz alimentar până la combustibili pe bază de alcool, precum și utilizarea substanțelor chimice pentru a schimba comportamentul sistemelor biologice, modificarea genetică a organismelor pentru a produce noi caracteristici și tratamentul bolilor genetice prin manipularea ADN-ului. Cu alte cuvinte, biotehnologia este un instrument care abordează viața în sine, acoperind toate aspectele ce privesc organismele vii.

Din punct de vedere al valorii în plan militar, biotehnologia joacă un rol important în domeniul protecției medicale, dar poate avea și un posibil caracter de agresiune. „Arme biologice”, „bioterorism”, „război biologic”, „protecție biologică”, „securitate biologică” sunt sintagme din ce în ce mai des utilizate când se vorbește de amenințările la adresa

²³³ ***, *Convention on biological diversity*, United Nations, Rio de Janeiro, 5 June 1992, p. 3 (ratificată de România prin Legea nr. 58 din 13 iulie 1994).

securității individului, comunității și a statului. Începând cu anul 2001, cercetările în domeniul armelor biologice și a modului de contracarare a lor au luat avânt, dar „succesul în domeniul militar nu mai este neapărat al celui care dezvoltă primul o nouă tehnologie, ci mai degrabă al celui care integrează mai bine tehnologia respectivă și își adaptează modul de ducere a luptei”²³⁴.

Pe de o parte, raportul din 2014 al Departamentului american al apărării privind *Revizuirea din patru în patru ani a apărării* arată că „noile modalități de dezvoltare a ADM – cum ar fi descoperirile în domeniul biotehnologiei – ar putea face ca agenții periculoși să fie disponibili pe scară largă, prezentând potențial de amenințare care avansează rapid, care sunt foarte dificil de detectat și chiar și mai dificil de contracarat”²³⁵. Pe de altă parte, conform viziunii noului președinte american, Joseph R. Biden, Jr., marile puteri militare sunt în plină cursă a dezvoltării și desfășurării de tehnologii emergente, care nu peste multă vreme ar putea modela totul, de la echilibrul economic și militar dintre state până la viitorul muncii, bogăției și inegalităților în interiorul lor, iar biotehnologia ar putea deschide calea spre descoperirea de remedii pentru anumite boli²³⁶. Noile „cuceriri” ale biotehnologiei pot fi folosite, în mod direct, ca mijloace de apărare și atac și, odată cu dezvoltările ulterioare, probabil că se vor concretiza în noi sisteme de arme.

La nivel internațional există o serie de reglementări care guvernează domeniul biotehnologiei cu dublă utilizare, dintre care cea mai importantă este *Convenția privind armele biologice și toxice (BTWC)*²³⁷. Începând din 1975, Convenția interzice dezvoltarea, producția, achiziția, transferul, reținerea, depozitarea și utilizarea de

²³⁴ ***, *Summary of the 2018 National Defense Strategy of The United States of America*, U.S. Department of Defense, 2018, p. 10.

²³⁵ ***, *Quadrennial Defense Review 2014*, Department of Defense, 4 martie 2014, pp. 7-8.

²³⁶ Joseph R. Biden, Jr., *Interim National Security Strategic Guidance*, The White House, martie 2021, p. 8.

²³⁷ ***, *Convention on the Prohibition of the Development, Production and Stockpiling of Bacteriological (Biological) and Toxin Weapons (BTWC)*, Nuclear Threat Initiative, URL: <https://www.nti.org/learn/treaties-and-regimes/convention-prohibition-development-production-and-stockpiling-bacteriological-biological-and-toxin-weapons-btwc>, accesat la 09.06.2021.

agenți biologici și toxine de tipuri și cantități care nu au nicio justificare pentru utilizarea pașnică, precum și dezvoltarea de arme, echipamente sau sisteme de livrare pentru a disemina astfel de agenți sau toxine. Cu toate acestea, nu există un organism de implementare a BTWC, ceea ce poate duce, în unele cazuri izolate, la încălcări flagrante ale reglementărilor.

Aplicații

Biotehnologia aplicată în domeniul militar cu scop de agresiune are ca obiectiv producerea de efecte asemănătoare armelor clasice și este fundamental diferită de armele biologice tradiționale, care urmăresc distrugerea unui număr mare de ființe umane, animale și culturi pentru a diminua puterea de luptă a inamicului²³⁸. Din punct de vedere tehnologic, armele biologice depind de microbiologie, în special de bacteriologie, care folosește bacterii distructive, viruși și corpuri vii toxice obținute direct din lumea naturală.

Armele biologice sunt foarte atractive datorită nedetectării lor de către sistemele de securitate standard, accesului facil la o gamă largă de agenți patogeni, costului redus de producție și transportului ușor dintr-o locație în alta. În anul 1997, Grupul JASON²³⁹ a împărțit agenții patogeni în șase mari categorii care ar putea constitui în viitor potențiale amenințări la adresa securității naționale: arme biologice binare, editare și manipulare a genelor, terapie genetică, virusuri invizibile, virusuri care schimbă gazda, boli proiectate.

În lucrarea sa, *Biotehnologia: Patogeni proiectați genetic*²⁴⁰, Joel Almosara, ofițer în Forțele aeriene americane, descrie în detaliu cele șase categorii de posibile arme biologice.

²³⁸ Guo Ji-wei, Xue-sen Yang, "Ultramicro, Nonlethal, and Reversible: Looking Ahead to Military Biotechnology", *Military Review*, iulie-august 2005, p. 78.

²³⁹ Grupare independentă de savanți care asigură pentru Guvernul american servicii de consultanță pe probleme sensibile de știință și tehnologie.

²⁴⁰ Joel O. Almosara, *Biotechnology: Genetically Engineered Pathogens*, The Counterproliferation Papers: Future Warfare Series no. 53, USAF Counterproliferation Center, Air University, iunie 2010, pp. 10-17.

Armele biologice binare reprezintă un sistem cu două componente cu elemente independente sigure de manevrat separat, dar care atunci când sunt amestecate formează o combinație letală. De obicei, acest sistem este format dintr-un virus și un virus ajutor sau o plasmidă de virulență. Hepatita D este un exemplu de astfel de virus, iar hepatita B este virusul ajutor – combinația lor produce o infecție severă pentru gazdă. Exemple de plasmide de virulență sunt: ciurma, antraxul, dizenteria și E. coli.

Editarea și manipularea genelor. Descifrarea cu succes a genomului uman a deschis calea către înțelegerea naturii și a conținutului informațiilor genetice complexe. Toate aceste informații despre codul genetic ar putea fi utilizate pentru a crea noi forme de viață sau a le slăbi/întări pe cele existente folosind gene sintetice, viruși sintetici și organisme sintetice. Folosind tehnologia ADN-ului recombinat, o singură genă ar putea fi introdusă într-un organism pentru a-i modifica proprietățile genetice. Un exemplu este activarea genelor responsabile pentru producerea de insulină ce va fi folosită în scopuri medicale. Genele modificate sau cele obținute prin intermediul ingineriei genetice au fost unele dintre cele mai mari descoperiri în domeniul biotehnologiei.

În ciuda beneficiilor acestei biotehnologii, pericolele nu pot fi trecute cu vederea deoarece genele pot fi programate într-o stare infecțioasă și, astfel, ar putea fi ușor transformate în cea mai letală armă biologică a viitorului. Cei interesați de dezvoltarea unor astfel de arme pot folosi fără restricții bazele de date de secvențe genomice pentru a alege genele pe care doresc să le modifice pentru producția de virusuri sintetice rezistente la orice fel de medicamente sau vaccinuri.

Terapia genetică folosită pentru tratamentul bolilor genetice umane este un proces care presupune înlocuirea unei „gene rele” cu o „genă bună” pentru normalizarea stării destinatarului. Pentru ca acest transfer să reușească, gena sănătoasă are nevoie de un vector ca să-și atingă ținta. Vectorii folosiți în mod obișnuit sunt virusurile care au fost modificate genetic pentru a transporta ADN-ul uman normal, cum ar fi

retrovirusurile, adenovirusurile, virusurile adeno-asociate și virusurile *herpes simplex*. Există două clase de terapie genetică: linia germinativă (reproductivă) și celulele somatice (terapeutică). Modificările ADN-ului într-o celulă germinală îi conferă acesteia capacitatea de a corecta o „genă rea”, permițând transmiterea remediului între generații. Terapia genetică somatică este diferită prin faptul că poate afecta doar individul care a primit-o.

Probabil că nu peste mult timp terapia genetică va fi considerată o armă biologică viabilă, pe măsură ce progresele în domeniul biotehnologiei ar putea duce la identificarea unor noi modalități de combatere a bolilor sau de creare a altora noi.

Virusurile nedetectabile (invizibile). Conceptul de bază al acestei potențiale arme biologice este acela că produce o infecție virală criptică, strict reglementată, care intră și se răspândește în celulele umane folosind vectori și apoi rămâne în stare latentă până la declanșarea unui semnal/ mecanism intern sau extern care stimulează virusul să provoace daune severe organismului. Virusurile invizibile ar putea fi, de asemenea, adaptate pentru a infecta în secret o anumită populație pentru o perioadă îndelungată, folosind apoi amenințarea activării pentru a șantaja ținta respectivă. De exemplu, un virus care provoacă cancer sau virusul HIV, odată diseminate, pot declanșa boala la un anumit moment ales de atacator la nivelul întregii populații-țintă deodată.

Deși ar putea constitui o armă biologică cu efecte distructive extrem de serioase deocamdată, pentru a deveni fezabilă, mai sunt multe necunoscute privind modalitatea și momentul de declanșare a unui astfel de virus invizibil.

Virusurile care schimbă gazda. Majoritatea virusurilor nu provoacă daune sau boală și sunt considerați paraziți care se află într-un echilibru evolutiv cu gazda naturală. Dacă acest echilibru este perturbat, atunci virusurile respective devin fie virulente, fie benigne. Perturbarea echilibrului apare atunci când virusul se transferă de la gazda sa la o altă specie gazdă, unde ar putea crea un alt virus prin mutație genetică sau ar putea activa alte gene din greșeală. De exemplu, păsările de apă

sunt purtătoare de encefalită ecvină estică, dar nu sunt afectate în vreun fel de aceasta, rozătoarele sunt purtătoare de hantavirus, lilieci sunt gazde pentru virusul Ebola, iar cimpanzeii pentru virusul HIV. Când aceste virusuri își schimbă gazda naturală pot produce agenți patogeni extrem de letali și de aceea sunt considerate o amenințare emergentă în cadrul războiului biologic. Odată cu dezvoltarea rapidă a biotehnologiei și a naturii sale de dublă utilizare, acești agenți patogeni proiectați genetic pot fi extrem de nocivi pentru o populație-țintă.

Bolile proiectate. Cunoașterea în domeniul biologiei celulare și moleculare a progresat atât de mult încât ar putea fi posibil să se proiecteze conceptual mai întâi o boală și apoi să se creeze agentul patogen pentru a produce efectul dorit al acesteia. Aceste boli proiectate ar putea ataca sistemul imunitar pentru a afecta capacitatea naturală a celulelor de a lupta împotriva bolilor (de exemplu, virusul HIV provoacă SIDA), ar putea reactiva gene latente pentru a provoca distrugerea celulelor (răspândirea cancerului) sau pur și simplu ar putea instrui celulele să se sinucidă (moarte celulară programată sau apoptoză). Apoptoza poate fi utilă în vindecarea unor boli precum cancerul, dar poate fi folosită și pentru a activa „căile morții” care ar putea ucide toate celulele simultan.

Bolile proiectate sunt cu siguranță o armă biologică futuristă, dar în niciun caz de neconceput în viitorul apropiat. Ne putem imagina proiectarea unei boli care ar putea șterge de pe fața pământului întreaga populație sau un anumit grup etnic.

Prin urmare, biotehnologia se află astăzi într-un punct al dezvoltării sale în care majoritatea armelor biologice enumerate mai sus ar putea fi puse în practică. Probabil că anumiți agenți proiectați genetic s-ar putea să fi fost deja produși și să se afle în posesia unor grupări/state mai puțin „prietenoase”. În aceste condiții, ne-am putea gândi la o serie de scenarii.

- Ce s-ar întâmpla dacă ar putea fi dezvoltat un agent care să vizeze în mod specific un anumit grup de populație? Dar dacă un anumit grup sau grupuri de populație ar putea fi protejat(e) împotriva infectării?

- Ce s-ar întâmpla dacă ar putea fi proiectată o boală virală cu letalitatea unui virus de febră hemoragică și contagiunea gripei?
- Ce s-ar întâmpla dacă o boală extrem de letală, cum ar fi variola, ar fi greu de diagnosticat deoarece nu mai formează, conform tipicului, așa-numitele pustule?
- Ce s-ar întâmpla dacă un agent patogen ar putea fi proiectat să dea un rezultat fals-negativ la un test diagnostic cert (așa-numitul „standard de aur”)?
- Ce s-ar întâmpla dacă ar apărea un agent patogen extrem de letal, cu perioadă scurtă de incubație, complet nou? Cât timp ar dura până când specialiștii ar putea documenta noul agent și dezvolta un test diagnostic?
- Ce s-ar întâmpla dacă un agent patogen ar putea determina apariția unui focar localizat, iar apoi ar deveni inofensiv? Pe de altă parte, ce s-ar întâmpla dacă agentul patogen ar suferi mutații genetice continue astfel încât să facă ineficient orice tratament?²⁴¹

Un răspuns mai puțin fericit la unele dintre aceste întrebări îl avem sub forma *pandemiei provocată de un nou tip de coronavirus*²⁴². În ultimii doi ani, omenirea a experimentat o criză pe multiple planuri, de la cel sanitar, la cel economic și militar, Covid-19 provocând peste 4,2 milioane de decese²⁴³ și numeroase probleme economico-sociale ca urmare a măsurilor drastice de prevenire și combatere a extinderii pandemiei. În această perioadă, au crescut rapid cheltuielile și datoriile publice, autoritățile guvernamentale fiind nevoite să pompeze resurse financiare semnificative în sprijinul sistemului de sănătate și al economiei, dar și în acțiuni și strategii de creștere a capacității de reziliență și răspuns la astfel de crize.

²⁴¹ Jeffrey R. Ryan, *Biosecurity and Bioterrorism: Containing and Preventing Biological Threats*, Second Edition, Elsevier, 2016, p. 350.

²⁴² N.A.: Nu există și, probabil, nici nu vor fi descoperite prea curând, dovezi clare că acest tip de coronavirus (SARS-CoV-2) a trecut pe cale naturală de la animal la om sau a fost scăpat din laborator.

²⁴³ ***, *COVID-19 Weekly Epidemiological Update*, Edition 51, World Health Organization, 3 August 2021, p. 2.

Sistemul militar a fost și el afectat de pandemia de Covid-19, forțele armate având de suferit în ceea ce privește capacitatea de luptă. Restricțiile impuse de situația sanitară, reducerea unor fonduri financiare au dus amânarea sau, chiar, anularea unor exerciții de pregătire și instrucție, a anumitor investiții în dezvoltarea capabilităților militare, iar multe activități specifice, inclusiv de învățământ, s-au desfășurat în mediul online. De asemenea, personalul militar a fost angrenat în misiuni de sprijin și asistență al autorităților publice în vederea prevenirii și combaterii răspândirii SARS-CoV-2, iar, ulterior, în campania de transport, distribuție și vaccinare a populației împotriva noului coronavirus.

Tendințe și influențe în arta militară

Apărarea împotriva unor arme biologice dificil de identificat, pentru care soluțiile tradiționale sunt din ce în ce mai puțin eficiente, reprezintă o provocare serioasă pentru orice armată. Biotehnologia, folosită în scopuri pașnice, poate juca un rol semnificativ în combaterea unor astfel de arme biologice, de exemplu, prin producerea unor biosenzori pentru detectarea rapidă, identificarea și neutralizarea agenților patogeni sau a unei bio-armuri care să cuprindă antibiotice puternice și vaccinuri pentru a neutraliza și elimina o gamă largă de boli.

În raportul *Oportunități în biotehnologie pentru viitoare aplicații în domeniul militar*²⁴⁴ se susținea, încă din 2001, că biotehnologia ar putea avea același impact dramatic asupra armatei pe care tehnologia informației o are în prezent asupra operațiilor sale. În document sunt examinate cele mai relevante modalități în care biotehnologia ar putea fi folosită pentru aplicații militare care vor îmbunătăți supraviețuirea și eficacitatea soldaților în luptă.

²⁴⁴ ***, *Opportunities in Biotechnology for Future Army Applications*, National Research Council, The National Academies Press, Washington, D.C., 2001.

Biosenzori

Biosenzorii reprezintă senzori necesari pentru a semnaliza direct, în aer sau apă, prezența agenților patogeni, a substanțelor chimice toxice sau a altor amenințări biologice la adresa trupelor. Biosenzorii sunt capabili să efectueze analize chimice sofisticate și pot fi folosiți pentru a monitoriza individual soldații pentru simptomele expunerii la o substanță nocivă. În viitor, o rețea de biosenzori ar putea fi folosită pentru a extinde sursele de informații, cum ar fi senzorii cu infraroșu care ar oferi comandantilor o imagine mai completă a câmpului de luptă. De asemenea, sistemele de biosenzori ar putea fi folosite pentru eliberarea unui antidot sau activarea unei măști de protecție la detectarea unei substanțe dăunătoare.

Biomateriale și materiale inspirate biologic

Biomaterialele sunt materiale organice sau sintetice compatibile cu corpul uman. Datorită naturii rănilor pe care le-ar putea suferi soldații, unul dintre obiectivele majore în această direcție este producerea de materiale care să poată vindeca rănilor, repara oasele și care să se autoreproducă. Inovațiile în domeniul ingineriei țesuturilor, cum ar fi repararea și înlocuirea cartilajului și utilizarea celulelor stem pentru a înlocui țesutul mort sau deteriorat, ar putea ajuta la realizarea acestui obiectiv. Materialele inspirate biologic imită structuri biologice complexe, în timp ce materialele hibride conțin elemente biologice care le îmbunătățesc proprietățile. Astfel de materiale ar putea oferi soldaților o armură extrem de dură și stratificată pentru a absorbi radiațiile, pentru a evita detectarea de către inamic.

Electronică moleculară

Progresele în ingineria genomică și analiza ADN-ului duc la noi evoluții în electronica moleculară și „biocomputing”. Dispozitivele care încorporează proteina *bacteriorhodopsina* îi utilizează abilitățile unice pentru a transforma lumina în alte forme de energie pentru aplicații optice și electronice, cum ar fi reține artificiale și memorii pentru calculator. În plus, componentele și dispozitivele electronice

biomoleculare prezintă o rezistență ridicată la radiațiile electromagnetice, ceea ce ar putea reduce vulnerabilitatea sistemelor militare critice de comunicații și informatică în medii de luptă aspre și dificile.

Surse biologice de energie

Combustibilii derivați biologic, precum etanolul și biodieselul, constituie deja surse alternative de energie regenerabilă. În plus, convertoarele de energie cu celule solare proiectate să imite plantele sau bacteriile fotosintetice pot crește substanțial eficiența la care energia solară este transformată în energie electrică. Mai mult, dacă celula solară ar fi un strat subțire pe o piesă de echipament militar, aceasta ar putea furniza o energie regenerabilă soldatului fără a spori practic greutatea echipamentului acestuia.

Marile puteri militare ale lumii investesc deja resurse importante în *biotehnologia sintetică*²⁴⁵, având în vedere potențialul acesteia de a afecta securitatea și modul de ducere a războiului. Se vorbește tot mai des despre dispozitive de printare biologică (*bioprinting*) folosite în medicina regenerativă pentru tratarea soldaților răniți²⁴⁶. De altfel, biotehnologia modernă a jucat un rol important în tratamentul rănilor de război, prevenirea și diagnosticarea bolilor și protecția împotriva agenților toxici biochimici și, în curând, își va arăta avantajele în consolidarea capacităților de a lupta, de a rezista la oboseală, de a detecta și monitoriza câmpul de luptă.

²⁴⁵ Patrick Tucker, "The US Army Is Making Synthetic Biology a Priority", *Defense One*, 1 iulie 2019, URL: <https://www.defenseone.com/technology/2019/07/us-army-making-synthetic-biology-priority/158129>; Elsa B. Kania, Wilson Vorndick, "Weaponizing Biotech: How China's Military Is Preparing for a 'New Domain of Warfare'", *Defense One*, 14 august 2019, URL: <https://www.defenseone.com/ideas/2019/08/chinas-military-pursuing-biotech/159167>; Sintia Radu, "Russia and China's High-Tech Bet: Beijing and Moscow are pushing toward increased cooperation in technology, with implications for the West, a study shows", *U.S. News*, 29 noiembrie 2019, URL: <https://www.usnews.com/news/best-countries/articles/2019-11-29/the-high-tech-partnership-between-russia-and-china>, accesate la 15.06.2021.

²⁴⁶ Kyle Mizokami, "3D Printed Body Parts Could One Day Help Wounded Soldiers", *Popular Mechanics*, 20 februarie 2020, URL: <https://www.popularmechanics.com/military/research/a31024450/3d-printing-body-parts-army>, accesat la 15.06.2021.

Principiile proiectării, biosintezei și corelațiilor structură-proprietate în materialele și sistemele „vii” vor fi foarte importante în determinarea noilor aplicații militare ale biotehnologiei, care să constituie un avantaj pe câmpul de luptă modern. De exemplu, *biomimetica* este un domeniu de cercetare ce combină cunoștințele existente despre biologie cu dezvoltările în știința materialelor, tehnologiilor de fabricație, senzorilor și actuatorilor²⁴⁷. O direcție de cercetare a biomimeticii vizează dezvoltarea de roboți bazați pe sisteme biologice, mult mai rezistenți în medii nestructurate față de roboții nonbiologici, ce ar putea îndeplini misiuni de recunoaștere sau deminare.

Înțelegerea și imitarea comportamentului furnicii – care poate suporta sarcini extraordinare în raport cu greutatea sa pentru perioade de timp relativ lungi²⁴⁸ – ar putea ajuta soldații să transporte încărcături mai mari și mai grele pe câmpul de luptă. De asemenea, descifrarea modului prin care caii pot rezista la variații mari de temperatură, protejați doar de păr și piele, ar putea servi ca modele pentru îmbunătățirea uniformelor de luptă din dotarea militarilor, în special prin reducerea greutății și sporirea funcționalității lor. Uniforma trebuie să protejeze soldatul împotriva condițiilor meteorologice extreme, a agenților chimici și biologici, a căldurii și umidității și a altor factori.

Un alt exemplu este *genomica* (studiul materialului genetic), ale cărei implicații pe termen lung vor crea numeroase oportunități și provocări de ordin militar. Genomica va oferi instrumente pentru identificarea bazei genetice a trăsăturilor complexe, aruncând o nouă lumină asupra comportamentului și performanței umane, și va ajuta la descoperirea bazelor genetice ale bolilor, cum ar fi Alzheimer. *Proteomica* (studiul proteinelor celulare) completează genomica prin reducerea decalajului dintre mesajul genetic și nivelurile de exprimare a proteinelor. Cu toate acestea, noile aplicații și capacități în domeniu

²⁴⁷ G.A. Hodge, D. Bowman and K. Ludlow (eds.), *New Global Frontiers in Regulation*, Cheltenham: Edward Elgar Publishing, 2007, p. 365.

²⁴⁸ N.A.: Furnica poate ridica până la de 50 de ori propria greutate și poate trage până la de 30 de ori propria greutate.

pentru armată vor necesita o abordare metodică, sistemică, care încorporează o serie de discipline științifice și ingineresti.

Concluzii

Biotehnologia nu a devenit încă un instrument al puterii militare deoarece, pe de o parte, legile, regulile și calitățile esențiale ale biotehnologiei moderne nu au fost încă clarificate, iar, pe de altă parte, acest instrument nu poate fi încă folosit și controlat după voința noastră. Cu toate acestea, ritmul crescut de dezvoltare a biotehnologiei ne spune că ziua în care vom începe să folosim pe deplin avantajele sale din punct de vedere militar nu este prea departe²⁴⁹.

Armata va continua să promoveze dezvoltarea de noi produse și procese care vor fi în concordanță sau specifice misiunilor și nevoilor sale, dar acest lucru necesită ca factorii de decizie militari să fie pe deplin conștienți de efectele sinergice ale instrumentelor biologice asupra noilor evoluții în biotehnologie. Pentru ca biotehnologia să devină parte a modului de operare al Armatei mai sunt încă multe obstacole ce trebuie depășite. De exemplu, sistemele de biosenzori trebuie să devină mult mai versatile și trebuie identificate anumite molecule care indică prezența riscurilor biologice. De asemenea, proteinele care permit creșterea materialelor sintetice pe suprafețe biologice pentru a îmbunătăți biocompatibilitatea nu au fost încă descoperite. Este nevoie de cooperare și colaborare cu mediul civil (industria, agențiile guvernamentale și mediul academic), întrucât sectorul comercial a făcut deja mari progrese în domeniul biotehnologiei.

²⁴⁹ Guo Ji-wei, Xue-sen Yang, *op. cit.*, iulie-august 2005, p. 78.

Bibliografie:

1. ***, "COVID-19 Weekly Epidemiological Update", ediția 51, *World Health Organization*, 3 august 2021.
2. ***, *Convention on biological diversity*, United Nations, Rio de Janeiro, 5 iunie, 1992.
3. ***, *Convention on the Prohibition of the Development, Production and Stockpiling of Bacteriological (Biological) and Toxin Weapons (BTWC)*, Nuclear Threat Initiative,: <https://www.nti.org/learn/treaties-and-regimes/convention-prohibition-development-production-and-stockpiling-bacteriological-biological-and-toxin-weapons-btwc>
4. ***, *Opportunities in Biotechnology for Future Army Applications*, National Research Council, The National Academies Press, Washington, D.C., 2001.
5. ***, *Quadrennial Defense Review 2014*, Department of Defense, 4 martie 2014.
6. ***, *Summary of the 2018 National Defense Strategy of The United States of America*, U.S. Department of Defense, 2018.
7. ALMOSARA, Joel O., *Biotechnology: Genetically Engineered Pathogens*, The Counterproliferation Papers: Future Warfare Series, nr. 53, USAF Counterproliferation Center, Air University, iunie 2010.
8. BIDEN, Jr. Joseph R., *Interim National Security Strategic Guidance*, The White House, martie 2021.
9. HODGE, G.A.; BOWMAN, D.; K., LUDLOW (eds.), *New Global Frontiers in Regulation*, Cheltenham, Edward Elgar Publishing, 2007.
10. JI-WEI, Guo; YANG, Xue-sen, "Ultramicro, Nonlethal, and Reversible: Looking Ahead to Military Biotechnology", *Military Review*, iulie-august 2005.
11. KANIA, Elsa B.; VORNDICK, Wilson, "Weaponizing Biotech: How China's Military Is Preparing for a 'New Domain of

- Warfare”, *Defense One*, 14 august 2019, URL: <https://www.defenseone.com/ideas/2019/08/chinas-military-pursuing-biotech/159167>
12. MIZOKAMI, Kyle, ”3D Printed Body Parts Could One Day Help Wounded Soldiers”, *Popular Mechanics*, 20 februarie 2020, URL: <https://www.popularmechanics.com/military/research/a31024450/3d-printing-body-parts-army>
 13. RADU, Sintia, ”Russia and China’s High-Tech Bet: Beijing and Moscow are pushing toward increased cooperation in technology, with implications for the West, a study shows”, *U.S.News*, 29 noiembrie 2019, URL: <https://www.usnews.com/news/best-countries/articles/2019-11-29/the-high-tech-partnership-between-russia-and-china>
 14. RYAN, Jeffrey R., *Biosecurity and Bioterrorism: Containing and Preventing Biological Threats*, Second Edition, Elsevier, 2016.
 15. TUCKER, Patrick, ”The US Army Is Making Synthetic Biology a Priority”, *Defense One*, 1 iulie 2019, URL: <https://www.defenseone.com/technology/2019/07/us-army-making-synthetic-biology-priority/158129>

ÎMBUNĂTĂȚIREA PERFORMANȚELOR UMANE (HPM/E)

Crăișor-Constantin IONIȚĂ

Dezvoltarea tehnologiilor de modificare a performanțelor fizice și cognitive naturale ale omului reprezintă o preocupare de interes și îngrijorare crescândă, în special în rândul forțelor armate care pot fi chemate să învingă puterile străine cu capacitățile sporite de luptă ale efectivelor sale. Modificarea performanței umane (HPM/E) este un termen general care poate cuprinde acțiuni care variază de la utilizarea de materiale „naturale”, cum ar fi cofeina sau khatul ca stimulent, până la aplicarea nanotehnologiei ca mecanism de administrare a medicamentelor sau într-un implant pe creier invaziv. Deși literatura de specialitate despre HPM/E abordează în mod obișnuit metode care îmbunătățesc performanța, un alt posibil obiectiv de studiu îl pot constitui metodele care degradează performanța sau afectează negativ capacitatea unei forțe armate de a lupta.

Progresele în medicină, biologie, electronică și calcul au permis o capacitate tot mai sofisticată de a modifica corpul uman, iar astfel de inovații vor fi adoptate fără îndoială de către forțele militare, cu consecințe potențiale pentru ambele părți ale liniilor de luptă (vezi figura nr. 9). Deși unele inovații pot fi dezvoltate pentru aplicații pur militare, este tot mai puțin probabil să rămână, exclusiv, în această sferă, din cauza globalizării și internaționalizării bazei de cercetare comercială.



Figura nr. 9: Viitorii „soldați îmbunătățiți” pe câmpul de luptă²⁵⁰

În prezent, SUA continuă să dețină supremația în dezvoltarea tehnologiei de augmentare cognitivă, dar eforturi mari fac și Federația Rusă și China de a micșora acest avantaj. Eforturi masive de cercetare în domeniul rețelelor neurale computerizate fac și Australia, Irlanda, Turcia și Elveția, iar proiectul european FACETS (*Fast Analog Computing with Emergent Transient States*) este în fază avansată pe linia dezvoltării unei arhitecturi novatoare de calcul neuromorf.

Definire

Domeniile neuroștiințelor, psihofarmacologiei și cunoașterii se află în flux rapid, deoarece noile instrumente științifice au oferit capacitatea de dezvoltare a unei înțelegeri fundamentale a legăturilor dintre activitatea creierului, stimularea chimică și electrică și comportamentul uman.

Apariția aplicațiilor pentru modificarea performanțelor umane sunt determinate, în primul rând, de nevoi medicale, de exemplu, „repararea cognitivă”, existând noi și semnificative dezvoltări tehnologice în această zonă. Ca urmare, s-a creat un real stimul

²⁵⁰ Sursa: jared-krichevsky-soldiers-army

politico-social și s-a dezvoltat o piață comercială pentru posibile aplicații în „îmbunătățirea cognitivă”. Această zonă este sigur că va fi investigată pe larg în următorul deceniu. Conștientizarea evoluțiilor în îmbunătățirea performanței cognitive, inclusiv a diferențelor culturale privind adoptarea dezvoltărilor tehnologice va fi deosebit de importantă, deoarece acestea pot afecta comportamentul și eficacitatea forțelor armate opozante atât în războiul simetric, cât și în cel asimetric.

Nu de o mai mică importanță este tendința actuală de consumare de către militari, din proprie inițiativă, a unei game largi de suplimente nutritive promovate ca având efect de îmbunătățire a performanței umane. Efectele unor astfel de suplimente sunt în general mici și au variabilitate ridicată de la persoană la persoană. Astfel de efecte este puțin probabil să găsească utilitate militară directă. Mai mult, aprovizionarea cu astfel de substanțe, nereglementate legal, reprezintă o vulnerabilitate care poate fi exploatată de către adversari.

Îmbunătățirea performanțelor umane (HPM/E) poate fi descrisă ca o modificare medicală (naturală – substanțe, artificială – implanturi, inginerie genetică) sau tehnologică (proteze, exoschelete, interfețe) a ființei umane pentru a depăși temporar sau permanent limitările curente și a-i spori capacitățile fizice sau psihice²⁵¹. Unii bioeticieni restricționează termenul la aplicarea nonterapeutică a tehnologiilor neuronale, cibernetice, genetice și nanotehnologiilor în biologia umană. În fapt, HPM/E se referă la aplicarea convergentă a nanotehnologiei, biotehnologiei, tehnologiei informației și științei cognitive (NBIC) pentru îmbunătățirea performanțelor ființei umane prin tehnici care pot fi utilizate nu doar pentru tratarea bolilor și a unor dizabilități, ci și pentru îmbunătățirea caracteristicilor și capacităților ființei umane.

Din punct de vedere etic, luarea în considerare a distincției dintre scopul modificărilor, augmentare sau terapie, constituie un aspect fundamental în legitimitatea dezvoltării și implementării acestei

²⁵¹ Buchanan Allen, "Ethical Issues of Human Enhancement", *Institute for Ethics and Emerging Technologies*, URL: https://ieet.org/index.php/tpwiki/human_enhancement, accesat la 22.06.2021.

tehnologii. Un alt aspect extrem de important de luat în seamă îl constituie cel al caracterului invaziv al modificărilor aduse ființei umane, din punct de vedere fizic și mental. De asemenea, nu mai puțin important este cel referitor la efectele secundare determinate atât de procesul de realizare a modificării, cât și de produsul acestuia. Riscul (cât se poate de real) asociat acestor proceduri este reprezentat de modificarea ireversibilă a „ceea ce înseamnă să fii uman”, de efectele extrem de nocive pentru utilizator sau pentru societate (efectele secundare), ceea ce ar putea duce la apariția unor probleme majore referitoare la funcționarea societății. Din punct de vedere militar, augmentarea capacităților fizice, cognitive și psihice ar avea efecte majore, ducând la modificări semnificative ale modului de desfășurare al acțiunii militare (vezi figura nr. 10).

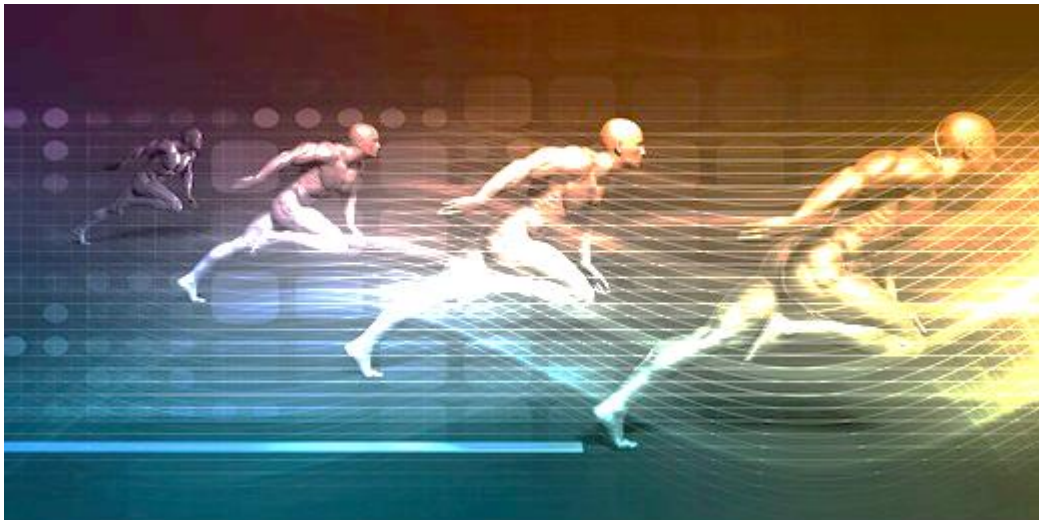


Figura nr. 10: Supersoldatul modificat prin inginerii cognitive²⁵²

În principiu, HPM/E a fost realizată, pe de o parte, prin consumul de substanțe chimice care îmbunătățesc o abilitate selectată sau prin instalarea de implanturi care necesită operații medicale, ambele metode fiind invazive. Pe de altă parte, augmentarea abilităților a fost obținută și cu ajutorul unor mijloace externe din ce în ce mai perfecționate, pornind de la ochelari, binoclu, microscop sau microfoane extrem de sensibile și ajungându-se la sisteme de tip exoschelet sau interfețe

²⁵² Sursa: shutterstock.com/525383644

inteligente între om și mediul înconjurător, toate acestea fiind considerate modalități noninvazive.

În acest material, ne vom concentra mai puțin pe tehnicile invazive (substanțe chimice care sporesc abilitățile ființei umane – atenția; operații chirurgicale), întrucât considerăm că presupun un nivel ridicat de risc, și mai mult pe cele noninvazive, care presupun aplicații directe ale tehnologiei.

HPM/E este, astfel, un domeniu interdisciplinar care abordează metodele, tehnologiile și aplicațiile ce contribuie la îmbunătățirea abilităților de detectare, acțiune și/sau cognitive ale ființei umane. Acest lucru se realizează prin tehnologiile senzoriale și cinetice, fuziunea și fusiunea informațiilor, precum și prin utilizarea inteligenței artificiale.

Direcții de realizare

HPM/E poate fi realizată pe trei direcții: senzorial, cinetic și cognitiv (vezi figura nr. 11)²⁵³.



Figura nr. 11: Direcțiile de dezvoltare a modificării performanțelor umane²⁵⁴

²⁵³ Roope Raisamo, Ismo Rakkolainen, Päivi Majaranta, Katri Salminen și Ahmed Farooq "Human augmentation: Past, present and future", *International Journal of Human-Computer Studies*, vol. 131, nov. 2019, pp. 131-143, URL: <https://www.sciencedirect.com/journal/international-journal-of-human-computer-studies/vol/131/suppl/C>, accesat la 23.06.2021.

²⁵⁴ Sursa: <https://www.nap.edu/read/1580/chapter/16>

1. *Augmentarea senzorială* (îmbunătățire/extensie senzorială) este obținută prin interpretarea informațiilor obținute prin mijloace multisenzoriale și prezentarea rezultatului ființei umane prin intermediul anumitor senzori ale acesteia. Subcategoriile vizate pentru augmentare sunt văzul, auzul, simțul tactil, mirosul și gustul.

2. *Augmentarea cinetică* se realizează prin sesizarea acțiunilor umane și maparea acestora către acțiuni în medii locale, îndepărtate sau virtuale. Subclasele includ augmentarea abilităților motrice, augmentarea forței și amplitudinii mișcării, comenzi vocale, controlul unor sisteme prin intermediul privirii (*gaze-based controls*), telecomandarea etc.

3. *Augmentarea cognitivă* se realizează prin detectarea stării cognitive umane, întrebuințarea unor instrumente analitice pentru a realiza o interpretare corectă a acesteia și adaptarea răspunsului computerului pentru a se potrivi cu nevoile actuale și viitoare ale utilizatorului (de exemplu, furnizarea de informații stocate pe timpul interacțiunii cu mediul înconjurător).

Aceste direcții exploatează interacțiunea dintre om și computer, conferindu-i noi valențe și/sau optimizându-i rezultatul. În acest sens, inteligența artificială are un rol major, întrucât poate să sprijine omul și/sau să lucreze în paralel cu omul. Astfel, inteligența artificială poate acționa în locul ființei umane, în acord cu modelele și preferințele comportamentale ale acesteia, desfășurând eficient o serie de sarcini simple sau complexe.

Aplicații pentru HPM/E

Aplicațiile HPM/E, în special în domeniul militar, pot fi extrem de variate, ducând la creșterea masivă a eficienței acțiunilor desfășurate de către om în cadrul operațiilor, indiferent dacă acestea presupun acțiuni de luptă armată, acțiuni de sprijin etc. Câteva dintre cele mai importante domenii de implementare sunt prezentate în continuare²⁵⁵.

²⁵⁵ *Ibidem*, p. 136.

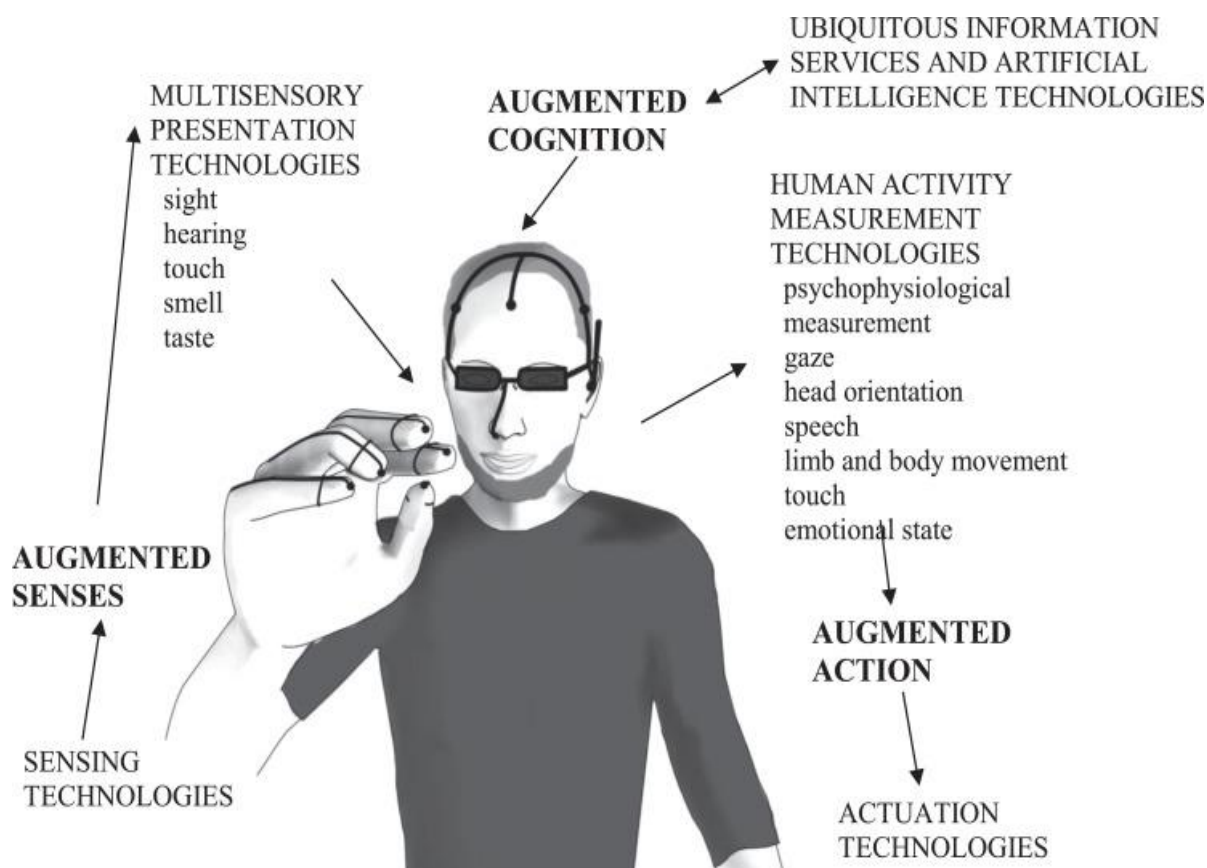


Figura nr. 12: Circuitul informațional în implementarea tehnologiilor HPM/E²⁵⁶

Tehnologiile senzoriale vizează detectarea mediului înconjurător, a obiectelor și a evenimentelor. Acestea includ recunoașterea modelelor (*pattern recognition*) și alte metode de observare computerizată, senzori auditivi, senzori spațiali, termici și de mișcare, camere multispectrale și senzori tactili, olfactivi și gustativi.

Tehnologiile multisenzoriale de prezentare a informației (afișare) sprijină atenția, memoria și percepția, prin intermediul ochelarilor multimodali de interpretare a realității (suprapun pe imaginea reală percepută o serie de imagini, scheme, informații sub formă de text etc.), realizând o prezentare de informații transversale și conținând și alte accesorii portabile care sporesc capacitatea de percepție a ființei umane. Aceste tehnologii sunt aplicabile simțurilor umane: vederea, auzul, simțul tactil, mirosul, gustul pe care le consideră drept canale de

²⁵⁶ Sursa: https://ars.els-cdn.com/content/image/1-s2.0-S1071581919300576-gr3_lrg.jpg

transmitere a capacităților senzoriale augmentate, asigurând și feedback-ul asupra acțiunilor augmentate.

Tehnologiile de măsurare a acțiunii umane se bazează pe diferiți senzori portabili. Acțiunile umane sunt detectate și considerate drept intrări în sistemul care augmentează: recunoașterea comenzilor vocale, monitorizarea activității motrice (forță, direcție și amplitudine), urmărirea mișcării ochilor și a atingerii. Pe baza acestei informații la nivel scăzut, activitățile umane sunt modelate la un nivel superior. Este cazul protezelor de orice fel, care elimină o limitare a ființei umane, a exoscheletelor, care amplifică o capacitate a omului sau a interfețelor de utilizator (*user interface*), care transformă comanda acestuia în acțiune.

Tehnologiile cinetice sunt utilizate pentru a afecta mediul înconjurător, așa cum este indicat de om și sunt implementate în tandem cu cele de măsurare și convertire a acțiunii umane în comenzi. Acestea includ diferite tipuri de afișaje vizuale, echipamente audio, comenzi tactile, precum și generatoare de miros și gust. Nivelul de complexitate foarte ridicat al mediului de operare contemporan poate duce la afectarea echilibrului și a orientării luptătorilor din cauza, pe de o parte, a multitudinii de informații transmise de către senzori către creier și, pe de altă parte, de apariția, uneori, a necesității de a lua multiple decizii și de a executa multiple acțiuni în mod simultan.

Serviciile informaționale omniprezente și inteligența artificială vor oferi acces la servicii de informații în rețea și asistență. Implementarea unor sisteme avansate de inteligență artificială va permite dezvoltarea unor extensii AI personalizate care pot sprijini în mod autonom o varietate de sarcini pe care utilizatorii nu pot sau nu doresc să le îndeplinească.

Un domeniu aparte privind implementarea tehnologiilor HPM/E îl reprezintă *creșterea rezilienței militarilor* în mediul de operare contemporan. Rezistența soldaților este definită de armata americană drept capacitatea mentală, fizică, emoțională și comportamentală de a face față și de a rezista unei agresiuni, de a se adapta la schimbare, de a

se recupera, de a învăța din greșeli și de a se perfecționa în urma unor evenimente neplăcute²⁵⁷. Dacă acceptăm previziunea rezonabilă că războiul va rămâne centrat pe om, rezultă că în perioadele de conflict va fi întotdeauna nevoie de militari care, acționând în toate mediile de operare (terestru, aerian, maritim, cibernetic și cosmic) își vor pune în pericol sănătatea și chiar viața. Mai mult, tendințele privind caracteristicile viitoare mediului de operare indică faptul că riscurile pentru viitorii soldați pot fi chiar mai mari decât cele din prezent, în măsura dinamicii accentuate a progresului tehnologic, a creșterii complexității situațiilor, precum și a creșterii posibilității de acțiune în mediul urban. De aceea, soldații rezilienți, capabili să se recupereze rapid după ce au fost răniți sau s-au îmbolnăvit, sau să evite aceste situații vor reprezenta un factor cheie în menținerea dominației militare.

Cele mai utile modalități de a augmenta reziliența soldaților implică utilizarea unor tehnologii emergente, în mai multe forme, cum ar fi: metode terapeutice avansate sau dispozitive medicale pentru a trata mai eficient boala sau vătămarea fizică ori psihică; tehnologii emergente pentru identificarea și avertizarea soldaților privind potențialele amenințări; mijloace sofisticate care augmentează capacitățile soldaților pentru a reduce riscul de rănire. Deși superioritatea tehnologică în ceea ce privește armamentul avansat, colectarea informațiilor și comunicațiile pot să nu creeze neapărat o armată invulnerabilă, avansul tehnologic care augmentează reziliența soldaților va avea întotdeauna utilitate pentru armata viitorului. Pentru militar, riscul la nivel fizic și psihologic va exista întotdeauna, iar soldații sănătoși, concentrați, motivați, bine instruiți și dotați vor fi întotdeauna necesari pentru realizarea succesului în acțiunile militare.

În ceea ce privește tehnologiile HPM/E, soluțiile oferite de către armata americană se încadrează în domeniile: fiziologic,

²⁵⁷ Joelle B. Thorpe, Kimberly D. Girling and Alain Auger, "Maintaining Military Dominance in the Future Operating Environment: A Case for Emerging Human Enhancement Technologies that Contribute to Soldier Resilience", *Small Wars Journal*, 2017, URL: <https://smallwarsjournal.com/jrnl/art/maintaining-military-dominance-in-the-future-operating-environment-a-case-for-emerging-huma>, accesat la 15.06.2021.

computațional, cognitiv, automatizat sau robotizat. Aplicațiile concrete acoperă o gamă extrem de largă de modalități de augmentare a capacităților ființei umane²⁵⁸:

- probiotice sintetice avansate – microorganisme sintetice care pot crește metabolismul la nivelul moleculelor și/sau pot neutraliza agenți biologici patogeni;
- instrumente care pot curăța sângele, filtrându-l de bacterii, virusuri sau toxine;
- bacterii modificate genetic care au posibilitatea să identifice și să semnalizeze prezența unei infecții, inflamații sau intoxicații;
- bacterii modificate genetic care au posibilitatea să identifice și să semnalizeze prezența unei substanțe explozive;
- articole vestimentare care au posibilitatea de a identifica și semnaliza gravitatea unei răni;
- medicamente care sporesc atenția, concentrarea, abilitățile cognitive sau motrice și memoria sau care reduc oboseala;
- instrumente care identifică, localizează și opresc sângerarea, utilizând un fascicul concentrat de ultrasunete;
- biosenzori electronici la nivelul pielii – înregistrează semnele vitale, semnalizează expunerea la radiații sau analizează transpirația (concentrația unor substanțe cum ar fi aciditatea, glucoza, creatinina, lactoza etc.);
- substituent pentru sânge, sub formă de pudră;
- instrumente care permit editarea genomului uman.

Deși majoritatea produselor avansate de HPM/E sunt destinate îmbunătățirii performanței, există o clasă de *tehnologie concepută pentru a degrada performanța*. Un exemplu a fost descris de cercetătorii japonezi prin dezvoltarea unui dispozitiv care utilizează componente nonmilitare achiziționate din comerț pentru a interfera și a preveni

²⁵⁸ *** , ”Maintaining Military Dominance Table 1”, URL: <https://www.pdf-archive.com/2017/07/13/maintainingmilitarydominancetable1/maintainingmilitarydominancetable1.pdf>, accesat la 23.06.2021.

producerea vorbirii (Kurihara și Tsukada, 2012). În mediile de luptă sau de menținere a păcii, utilizarea unui astfel de dispozitiv ar putea duce la consecințe grave prin prevenirea comenzilor, instrucțiunilor sau asigurărilor vorbite destinate trupelor prietenoase sau inamice sau civililor. Potențialul pentru astfel de tehnologii nu ar trebui respins.²⁵⁹

Tendințe și influențe în arta militară

Folosirea crescută a biotehnologiei în spațiul operațional modern pentru îmbunătățirea performanțelor factorului uman în situații de stres și chiar realizarea unor „soldați îmbunătățiți” va fi o tendință din ce în ce mai realistă a armatelor moderne, care doresc să aducă factorul uman la aceleași performanțe cu celelalte tehnologii emergente și să realizeze, astfel, binomul/echipa om-mașină care să acționeze mai eficient și mai rapid în viitoarele conflicte. Deja există o competiție acerbă în acest domeniu între SUA, Rusia și China, iar Franța s-a alăturat de curând acesteia.

În armata americană, tendințele pe următorii 10-15 ani sunt relaționate de ingineria țesuturilor, dezvoltarea unor mecanisme care să împiedice oboseala, incluzând aici și insomnia și nanotehnologia. Ingineria țesuturilor poate fi definită ca „*utilizarea de celule, materiale prelucrate și factori biochimici și fiziochimici adecvați pentru îmbunătățirea sau înlocuirea funcțiilor biologice*”²⁶⁰. Un succes remarcabil s-a obținut, până în prezent, în țesuturile care sunt membrane subțiri, avasculare sau care au un potențial ridicat de regenerare – pielea, cartilajul, osul și corneea prelucrate cu țesuturi care au fost deja utilizate clinic.

Trei abordări ale ingineriei țesuturilor sunt prevăzute pentru viitor: *abordarea conductivă*, care folosește un material pentru a furniza cadrul structural pentru infiltrarea celulară; *abordarea inductivă*, care

²⁵⁹ ***, ”Human Performance Modification: Review of Worldwide Research with a View to the Future (2012)”, un studiu realizat de National Academies of Sciences, *The National Academic Press*, Washington D.C., 2012, p. 3.

²⁶⁰ *Ibidem*, p. 4.

folosește materiale solubile pentru a promova infiltrarea celulară; și *abordarea de înlocuire a celulelor*, care oferă fie o alogrefă (de la un donator), fie o grefă autologă (de la pacient) pentru a repara un țesut. Ingineria țesuturilor poate fi utilizată pentru a accelera recuperarea și pentru a îmbunătăți calitatea țesutului generat.

Principala ei aplicație potențială în scopuri militare este creșterea și îmbunătățirea proceselor de vindecare, readucând astfel soldații la sarcinile de serviciu mai repede. În prezent, metodele de inginerie a țesuturilor nu pot îmbunătăți funcționarea normală a țesutului sănătos. Este puțin probabil ca această situație să se schimbe în viitorul apropiat din cauza provocărilor substanțiale implicate în organizarea unui număr mare de celule viabile.

Deja se prevede că UE este lider în cercetările în domeniul oboselii cronice, fiind sprijinită de SUA, Australia și Japonia. Există finanțare pentru cercetarea în zonele cu lacune de cunoștințe, inclusiv cele legate de efectele oboselii asupra performanței cognitive a lucrului în echipă, elucidarea fenotipului și genotipului pentru trăsăturile de somn și oboseală, precum și efectele neterapeutice ale stimulării transcraniene asupra somnului și performanței psihomotorii, efectele interactive ale automatizării și oboselii asupra abilităților cognitive ale operatorilor umani și efectele oboselii asupra constructelor cognitive la nivel superior, cum ar fi luarea deciziilor naturaliste, riscul în luarea și conștientizarea situației. În următorii 5-10 ani, sistemele de gestionare a riscului de oboseală de sus în jos vor deveni obișnuite în desfășurarea operațiilor 24/7, la fel ca și practica eliminării oboselii cauzate de nesomn înainte de operațiile critice. În următorii 10-15 ani, ajustarea înainte de călătorie a ritmului circadian va fi de rutină.

Analiza genetică a indivizilor cu modele unice de somn are un potențial important pentru operațiile militare. Această categorie include persoane care dorm puțin, cei susceptibili la lipsa sau restricția de somn și persoanele care experimentează efecte ritmice circadiene unice. Se efectuează proiecții pe scară largă pentru a identifica genele care reglează somnul, iar circuitele și funcțiile somnului sunt cercetate la

nivel molecular. Dacă o forță armată ar putea rămâne pe deplin funcțională, alocând un număr mai scăzut de ore pentru somn decât adversarul, implicațiile pentru eficacitatea militară ar putea fi semnificative.

Implementarea interfeței creier-computer (*Brain-Computer Interface/BCI*) și a multor altor tehnologii HPM/E este permisă de nanotehnologie, care poate fi instanțiată într-o mare varietate de tehnologii și domenii relevante pentru HPM, inclusiv electronice, sisteme microelectromecanice, dispozitive/sisteme de recoltare și stocare a energiei și biomedicină. În mod deosebit de interesant pentru HPM/E este utilizarea nanotehnologiei pentru bio-interfețe – materiale, mai mici decât celulele, care ar putea interacționa direct cu corpul la nivel biologic. De exemplu, nanoparticulele subdermice inserate în corp ar putea spori percepția senzorială²⁶¹.

O utilizare mai invazivă a nanotehnologiei pentru HPM/E este reprezentată de dezvoltarea implanturilor neuronale. Aceste dispozitive sunt plasate direct în creier pentru a detecta semnalizarea electrică. Pentru a crește raportul semnal-zgomot și rezoluția, sondele trebuie să fie la aceeași scară ca și neuronii pe care îi monitorizează, adică cu o dimensiune de câțiva micrometri. Mai mult, acestea trebuie să fie realizate din materiale care sunt biocompatibile și care produc cât mai puține leziuni și cicatrici în țesutul din jur. Nanomaterialele sofisticate sunt dezvoltate pentru a atinge aceste caracteristici.

În SUA, unul dintre domeniile de cercetare și dezvoltare explorate de către Agenția americană pentru proiectele de cercetare avansate în domeniul apărării (*Defense Advanced Research Projects Agency/DARPA*) vizează HPM/E. Pentru acest domeniu, DARPA a creat Oficiul de Tehnologii Biologice care și-a creionat tendințele pentru 2050 – pe câmpul de luptă vor fi soldați care „să aibă exoschelete, să posede o varietate de implanturi și să aibă acces fără

²⁶¹ *Ibidem*, p. 8.

*probleme la sisteme augmentate de senzori și cognitive*²⁶²” (vezi figura nr. 13). Pentru crearea soldatului rezilient, obiectivele stabilite sunt ca acesta să fie în măsură:

- să se recupereze mai repede și să se întoarcă pe câmpul de luptă după o accidentare sau o boală care altfel ar fi putut duce la lăsarea la vatră;
- să-și mențină concentrarea în timpul situațiilor stresante pe câmpul de luptă, permițându-le să atingă obiective militare fără incidente;
- să evite vătămarile psihologice și/sau fizice și să se reintegreze fără probleme în viața civilă la încheierea misiunii.

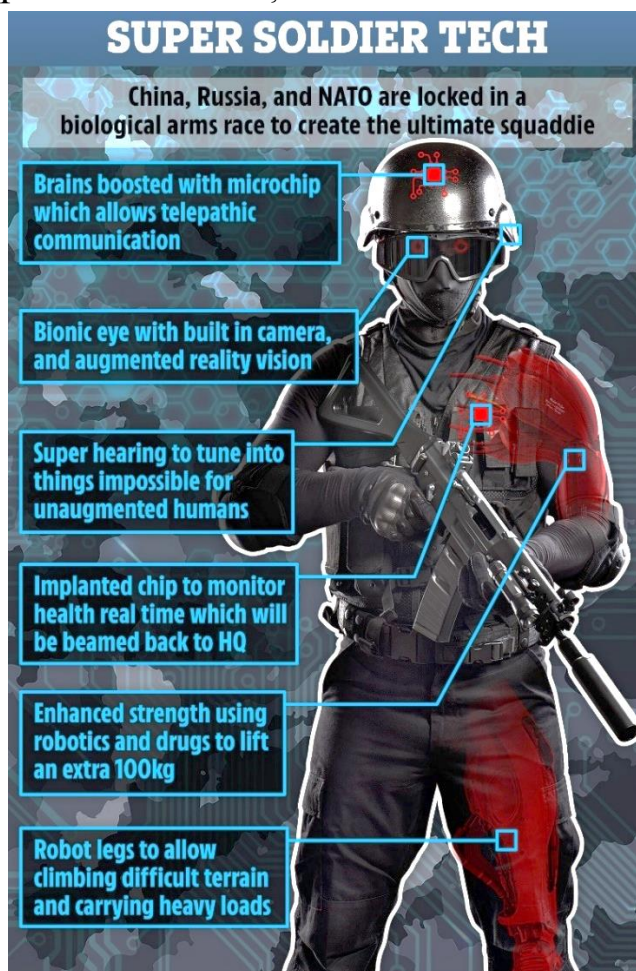


Figura nr. 13: Trupele de „terminatori”²⁶³

²⁶² Kott A, Alberts D, Zalman A, Shakarian P, Maymi F, Wang C, Qu G, ”Visualizing the Tactical Ground Battlefield in the Year 2050: Workshop Report”, U.S. Army Research Laboratory: ARL-SR-0327, 2015, pp. 12-13.

²⁶³ Sursa: thesun.co.uk

Nu putem ignora nici recente preocupări ale autorităților chineze de a efectua „teste umane” pe militarii Armatei Populare de Eliberare (PLA) în vederea realizării soldaților cu „capabilități biologice crescute (*Biologically Enhanced Capabilities*). Folosind tehnologia de editare genetică CRISPR (*clusters of regularly interspaced short palindromic repeats*), cercetătorii militari chinezi au manipulat anumite gene care să crească performanța umană pe câmpul de luptă. Strategii chinezi au început să afirme, din ce în ce mai tare, că biotehnologia poate deveni o nouă direcție strategică majoră în cadrul Revoluției în Afaceri Militare (*Revolution in Military Affairs/RMA*), afirmând că „*biotehnologia modernă, integrată în domeniile informație, nanotehnologie și cunoaștere va avea influențe revoluționare asupra armelor și echipamentelor, spațiului operațional, formelor de luptă și teoriilor militare*”²⁶⁴.

În lucrarea sa intitulată „Război pentru dominația biologică”, colonelul superior Guo Jiwei lansează, încă din 2010, conceptul „*zhishengquan* (制生权)” sau dominație/comandă/superioritate în domeniul biologic, care a devenit relevant în majoritatea scrierilor teoreticienilor militari chinezi cu privire la viitoarele conflicte, ajungându-se chiar la intenția de militarizare a biotehnologiei. Folosind unele rezultate ale cercetătorilor americani din DARPA, precum și recente dezvoltări ale rușilor privind „arma zombie”, bazată pe radiațiile electromagnetice, și ale israelienilor de lovire a arabilor cu arme genetice, teoreticienii și cercetătorii militari chinezi au trecut la militarizarea CRISPR pentru a o transforma într-o tehnologie mai letală și mai precisă, capabilă să dezvolte arme genetice care să poată aduce schimbări majore în dinamica viitoarelor războaie prin funcția lor de descurajare strategică.²⁶⁵

²⁶⁴ Ken Dilanian, „China has done human testing to create biologically enhanced super soldiers, says top US official”, *ABC News*, 4 decembrie 2020, URL: <https://www.nbcnews.com/politics/national-security/china-has-done-human-testing-create-biologically-enhanced-super-soldiers-n1249914>, accesat la 22.06.2021.

²⁶⁵ Elsa Kania, Wilson Vorn Dick, „China’s Military Biotech Frontier, CRISPR, Military-Civil Fusion, and the New Revolution in Military Affairs”, *Jamestown*, 8 octombrie 2019, URL:

Printre produsele avute în vedere a fi dezvoltate în cadrul CRISPR se numără electroencefalograma (EEG) pentru interfața creier-computer care exploatează valorificarea inteligenței artificiale pentru interpretarea biosemnalelor, folosirea tehnicilor de editare a genelor (inginerie genetică) pe animale pentru crearea unor organe asemănătoare cu cele umane, a cercetărilor și experimentelor folositoare omenirii (ritmul de somn circadian) și creșterea performanțelor folosirii acestora în interesele statului (câini polițiști de coerciție), precum și pe oameni, pentru vindecarea cancerului și a SIDA, sau clonarea animalelor de companie.

Scopul principal al CRISPR îl reprezintă câștigarea hegemoniei Chinei în domeniul biotehnologiei, pe care o consideră importantă pentru asigurarea descurajării strategice în războaiele viitoare. Pe lângă cercetările din acest domeniu, autoritățile de la Beijing au în atenție și dezvoltarea roboților bionici, exoscheletonilor inteligenți și a tehnicilor de realizare a colaborării om-mașină.

Și armata franceză a anunțat începerea cercetărilor în domeniul HPM/E pentru realizarea de implanturi sau alte tehnologii „invazive” destinate capacității de luptă. Dar aici apare antagonismul dintre dorința de a menține superioritatea operațională și valorile naționale îmbrățișate. Astfel, cercetarea ar putea asigura sisteme de îmbunătățire introduse în corpurile luptătorilor pentru modificarea capacității cerebrale sau care să-i ajute pe aceștia să distingă mai repede un aliat de un dușman, iar comandanții să localizeze mai ușor luptătorii sau să le citească semnele vitale de la distanță. În contradicție, se consideră esențială stabilirea unor limite din punct de vedere etic sau chiar să se interzică modificările genetice și orice practici „care ar pune în pericol integrarea soldatului în societate sau întoarcerea la viața de civil”²⁶⁶.

<https://jamestown.org/program/chinas-military-biotech-frontier-crispr-military-civil-fusion-and-the-new-revolution-in-military-affairs/>, accesat la 22.06.2021.

²⁶⁶ Vlad Mironescu, „Franța începe cercetările pentru a dezvolta «soldați îmbunătățiți»”, *Digi Tv*, 10 decembrie 2020, URL: <https://www.digi24.ro/stiri/externe/franta-incepe-cercetarile-pentru-a-dezvolta-soldati-imbunatatiti-1415636>, accesat la 05.02.2021.

Concluzii

Este clar că modificarea performanței umane – pentru îmbunătățirea, sau pentru degradarea capacităților –, este un subiect de cercetare activă, intensă și continuă în toate statele dezvoltate tehnologic ale lumii.

Plaja domeniilor de cercetare este imensă, variind de la cercetări legate de sport până la cercetare pentru îmbunătățirea performanței lucrătorilor și culminând cu aplicațiile militare. De aceea, și potențialul pentru aplicații între domenii este mare. De exemplu, cercetarea în recuperarea leziunilor și îmbunătățirea performanței fizice, acum în principal în sectorul cercetării sportive, are în mod clar aplicabilitate în dezvoltarea și întreținerea forței militare.

Preocupările cercetătorilor în domeniul militar sunt vaste – de la nanotehnologie la inginerie genetică și până la manipularea proceselor umane normale (cum ar fi vindecarea sau oboseala). O predicție până unde se va ajunge în fiecare domeniu este dificilă; prezicerea sau chiar imaginarea interacțiunilor, a aplicațiilor încrucișate și a consecințelor neintenționate limitând imposibilul. Trebuie doar să ne uităm la modificările de performanță umane de astăzi, la care nici măcar nu se visa acum 20 de ani: stimulatoare cardiace fără fir monitorizate pe internet, jocuri online *multiplayer* masive folosite pentru tactici și antrenament și software-uri de grup global care permit lucrul într-o echipă distribuită geografic. Aceste exemple arată cum o singură dezvoltare – mercantilizarea coloanei vertebrale a Internetului –, a permis schimbări uriașe.

Deși unele tehnologii sunt dificil de realizat sau se află abia la început, necesitând infrastructură și cunoștințe specializate, cum ar fi nanotehnologia și ingineria genetică, altele (poate cele mai multe) nu necesită o astfel de infrastructură și pot fi urmărite cu investiții destul de minime. Această situație face dificilă monitorizarea stării dezvoltării tehnologiei HPM/E.

În cele din urmă, datorită naturii sale, dezvoltarea tehnologiei HPM/E va fi influențată de diferite norme juridice, valori culturale și

moravuri sociale în diferite părți ale lumii. Este o formă de părtinire să presupunem că metodele și abordările utilizate în propria zonă geografică sunt aceleași cu cele utilizate în alte zone. Și chiar și într-o anumită țară, pot exista diferențe în ceea ce privește obiceiurile sociale, filozofiile și constrângerile juridice. Două exemple care ilustrează acest lucru sunt cercetările agricole care implică organisme modificate genetic și cercetarea celulelor stem. În unele părți ale lumii, prima este pe deplin acceptabilă și cea din urmă mai puțin, și invers în alte părți. Orice analiză a dezvoltărilor potențiale în HPM/E trebuie să fie în acord cu aceste influențe culturale.

Toate aceste realizări în domeniul militar se bazează, de cele mai multe ori, pe dezvoltările din domeniul civil, care progresează mult mai rapid, cum este cazul implanturilor neurologice și a tehnologiilor „invazive”, care sunt foarte avansate. De aceea, liderii militari consideră că este mai facil și economic să preia ceea ce există deja pe piață având la bază tehnologii dezvoltate, decât să investească în realizarea acestora, încă de la faza de cercetare-dezvoltare.

Bibliografie:

1. ***, ”Human Performance Modification: Review of Worldwide Research with a View to the Future (2012)”, un studiu realizat de National Academies of Sciences, *The National Academic Press*, Washington D.C., 2012.
2. ***, *Maintaining Military Dominance Table 1*, URL: <https://www.pdfarchive.com/2017/07/13/maintainingmilitarydominancetable1/maintainingmilitarydominancetable1.pdf>
3. BUCHANAN, Allen, *Ethical Issues of Human Enhancement*, Institute for Ethics and Emerging Technologies, 22 iunie 2021, URL: https://ieet.org/index.php/tpwiki/human_enhancement
4. DILANIAN, Ken, ”China has done human testing to create biologically enhanced super soldiers says top US official”, *ABC News*, 4 decembrie 2020, URL: <https://www.nbcnews.com/>

- politics/national-security/china-has-done-human-testing-create-biologically-enhanced-super-soldiers-n1249914
5. KANIA, Elsa; VORN DICK, Wilson, "China's Military Biotech Frontier: CRISPR, Military-Civil Fusion, and the New Revolution in Military Affairs", *Jamestown*, 8 octombrie 2019, URL: <https://jamestown.org/program/chinas-military-biotech-frontier-crispr-military-civil-fusion-and-the-new-revolution-in-military-affairs/>
 6. KOTT, A.; ALBERTS, D.; ZALMAN, A.; SHAKARIAN, P.; MAYMI, F.; WANG, C.; QU, G., *Visualizing the Tactical Ground Battlefield in the Year 2050: Workshop Report*, U.S. Army Research Laboratory: ARL-SR-0327, 2015.
 7. MIRONESCU, Vlad, „Franța începe cercetările pentru a dezvolta ‘soldați îmbunătățiți’”, *DigiTV*, 10 decembrie 2020, URL: <https://www.digi24.ro/stiri/externe/franta-incepe-cercetarile-pentru-a-dezvolta-soldati-imbunatatiti-1415636>
 8. RAISAMO, Roope; RAKKOLAINEN, Ismo; MAJARANTA, Päivi; SALMINEN, Katri; FAROOQ, Ahmed, "Human augmentation: Past, present and future", *International Journal of Human-Computer Studies*, vol. 131, noiembrie 2019, URL: <https://www.sciencedirect.com/journal/international-journal-of-human-computer-studies/vol/131/suppl/C>
 9. THORPE, Joelle B.; GIRLING, Kimberly D.; AUGER, Alain, "Maintaining Military Dominance in the Future Operating Environment: A Case for Emerging Human Enhancement Technologies that Contribute to Soldier Resilience", *Small Wars Journal*, 2017, URL: <https://smallwarsjournal.com/jrnl/art/maintaining-military-dominance-in-the-future-operating-environment-a-case-for-emerging-human>

EDITURA UNIVERSITĂȚII NAȚIONALE DE APĂRARE „CAROL I”

Tehnoredactor: Liliana ILIE
Corector: Carmen IRIMIA

Bun de tipar: 08.12.2021

Lucrarea conține 154 de pagini.

Șoseaua Panduri, nr. 68-72, sector 5, București
e-mail: editura@unap.ro
Tel.: 021/319.48.80/453

32/13.12.2021

C. 204/2021