



**ASOCIERI TEHNICE DE SUCCES ÎN ARTA MILITARĂ
–TRECUT ȘI VIITOR–**

**SUCCESSFUL TECHNICAL ASSOCIATIONS IN THE
MILITARY ART
–PAST AND FUTURE–**

Dr. ing. Constantin OLIVOTTO*

„Este un fapt nefericit că putem asigura pacea”

John F. Kennedy

Rezumat: *Asocierea dintre știință și perfecționarea tehnologiilor militare nu este capitolul cel mai fericit al istoriei umane, dar implicația descoperirilor radicale ale științei și ingineriei umane în aplicațiile militare este din păcate strânsă și directă. Conducerea statelor și implicit militarii direct implicați în războaie au căutat să folosească în apărare și atac mijloace tehnice din ce în ce mai perfecționate și adecvate momentului și scopurilor lor. Pentru cei care trăiesc în secolul XXI și caută să urmărească direcții și tendințe de dezvoltare a armamentului, condițiile prezentului sunt favorabile deoarece există o informare globală în date, fapte și statistici mult mai exhaustivă.*

Articolul insistă pe relevarea unor situații din trecut și încearcă să privească și la viabilitatea soluțiilor din viitor. Opiniile sunt personale și nu au valoarea de a face dezvăluiri senzaționale, ele contribuind doar la cunoașterea și a înțelegerea contextului în care trebuie să trăim. „Istoria este predarea filosofiei prin exemple” a spus Thucidide²⁷ și în consecință am insistat în articol pe o serie de exemple concrete.

Cuvinte cheie: *știință, tehnologii, mijloace tehnice, armament, artă militară.*

Abstract: *The association between science and the improvement of military technologies is not the happiest chapter in human history, but the implication of the radical discoveries of human science and engineering in military applications is*

* Institutul Național de Cercetare Aero - Spațială, Prof. asoc. dr. ing. Academia Tehnică Militară „Ferdinand I”.

²⁷ Thucidide, (cca 460 - 396 î.e.n.), un om politic și istoric atenian, autor a unei vaste monografii asupra Războiului Peloponesiac, desfășurat între Atena (ajutată de Liga de la Delos) și Sparta.



unfortunately close and direct. The leadership of the states and implicitly the military directly involved in wars sought to use in defense and attack technical means that were more and more perfected and adequate to their moment and purposes. For those living in the 21st century and looking to pursue arms development directions and trends, the current conditions are favorable because there is much more comprehensive global information in data, facts and statistics.

The article insists on revealing situations from the past and tries to look at the viability of future solutions. Opinions are personal and do not have the value of sensational revelations, they only contribute to knowing and understanding the context in which we have to live. "History is the teaching of philosophy by example," said Thucydides, and consequently I insisted in the article on a series of concrete examples.

Keywords: *science, technology, technical means, armament, military art..*

1. Asocieri de invenții, tehnologii și mijloace de comunicare ce au adus succese în trecut în domeniul militar.

**„Dezvoltarea progresivă a omului este vital dependentă de invenție.
Este cel mai important produs al creierului său creator.”**

Nikola Tesla

Evoluția generală a cunoașterii umane și a marilor descoperiri în știință este o istorie extraordinară și nenumărați scriitori și savanți au descris acest proces cu meandrele și salturile sale. Paradoxal observăm că multe invenții, tehnologii și descoperiri au fost legate direct de arta militară și tehnica militară, fie fiind provocate de o serie de necesități curente ale armatelor, fie de încercarea de a asigura o superioritate de orice fel, numerică, tehnică sau ofensivă. Clasicii teoriei războaielor începând de la Sun-Tzu²⁸ și Clausewitz²⁹ au relevat că pentru a realiza campanii de succes organizația ce asigura comanda militară a unei forțe combatante trebuie să aibă cât mai multe informații, să surprindă adversarul cu manevre neașteptate, să acționeze repede și eficient pentru a asigura surpriza și să distrugă forțele inamice cu pierderi minime. Tot din istorie se constată că, deși conducătorii militari și statele lor majore nu erau în general inventatori

²⁸ Sun Tzu, *Arta războiului*, Colecția „Istoria ideilor politice”.

²⁹ Carl Von Clausewitz, *Despre război*.



de succes sau teoreticieni, erau în schimb interesați de noutățile tehnice ce puteau fi folosite în război. Exista și o doză de conservatorism, de reticență și de neîncredere față de inventatori, dar odată trecut testul câmpului de luptă conducătorii militari se comportau, cu rare excepții, ca niște abili combinatori, asociind cu rapiditate mijloace și sisteme noi în combinații de succes. De altfel istoria a sancționat și erorile militarilor chiar de mare valoare în aprecierea invențiilor. Neîncrederea lui Napoleon în posibilitatea relevată de inventatorul Robert Fulton³⁰ de a construi și utiliza o flotă de nave cu aburi și chiar submarine în lupta cu Anglia l-a făcut să fie nevoit să se angajeze într-o luptă navală clasică între nave cu vele. În lupta dintre flota franceză și cea engleză, un amiral de geniu, cum a fost Nelson, a învins prin manevrele sale flota franceză și l-a făcut pe Napoleon să renunțe pentru totdeauna la invazia proiectată a Angliei.

Pentru a sublinia importanța aplicațiilor de succes și spre exemplificare vom aminti câteva situații în care combinarea de invenții a fost esențială. Prima mare invenție care a schimbat viața omului a fost **Roata**. Invenția a fost remarcată în jurul anului 3500 î. Cr. la popoarele din Mesopotamia și era folosită primar ca roată a olarului, iar abia după alți 300 de ani roata apare pe un vehicul. Aplicația sa militară o întâlnim în sistemul de deplasare a carelor de luptă trase de cai. Combinația deplasării carelor de luptă și a arcașilor care trăgeau din mișcare a fost o surpriză în bătăliile acelor timpuri și a reprezentat germenele unităților mobile de mult mai târziu.

Praful de pușcă, inventat de chinezi în secolul IX, a schimbat radical modul de luptă în războaie. Odată cu el au apărut primele mine, primele rachete și chiar și primele bombe aruncate cu catapulte primitive, deci germenele artileriei. Urmarea firească a dezvoltării a fost perfecționarea continuă a **armelor de foc și a artileriei**. În domeniul armelor de foc moderne remarcăm cronologic proliferarea explozivă a revolverelor inventate de Samuel Colt în 1836, în SUA, urmată în 1884, de invenția mitralierei cu foc automat inventată de Hiram Stevens Maxim. Ambele arme cu puține modificări au fost folosite pe scară largă multă vreme. Apoi a urmat **pistolul - mitralieră** care a fost perfecționat și utilizat de toate armatele din cel de Al Doilea Război Mondial. În zilele noastre armatele

³⁰ Rebman R.C., Robert Fulton's Steamboat, Compass Point Books, 2007.



folosesc așa numita armă de asalt. Dintre tipurile cunoscute menționăm Sturmgewehr-ul 44 dezvoltat de germani, arhicunoscutul și răspânditul AK-47 („Automat Kalașnikov model 1947”), o armă tipică produsă de sovietici și alte numeroase țări și arma de asalt M-16 produsă de Statele Unite. Producția de masă și îmbunătățirea materialelor din care sunt făcute armele, precum și muniția, care a devenit acum muniție inteligentă, au dus la schimbări radicale pentru trupele de infanterie care au constituit de decenii baza oricărei armate.

Locomotiva cu aburi și căile ferate au fost urmarea firească a invenției lui Watt. Apariția motorului cu abur a fost un moment important în istoria omenirii, de acum existând o sursă motrică independentă pe un vehicul. În consecință apar locomotivele, apoi trenurile și căile ferate încep să lege orașe și apoi țări. În scurt timp se marchează și progrese mari în domeniul **electricității**. **Electricitatea, comunicațiile prin radio** și aplicațiile lor au fost un moment hotărâtor în istoria descoperirilor omenești și foarte repede s-a trecut de la studii teoretice făcute de Franklin, Ampere, Maxwell și alții la aplicații industriale, care ne sunt acum curențe. Telegraful, telefonul, radioul, motoarele electrice au fost inventate de mari practicieni dintre care menționăm pe Faraday, Edison, Tesla, Marconi. Aceste invenții combinate și aplicate în Războiul de Secesiune din Statele Unite, Războiul franco-prusac din 1870, și începutul primului război mondial au schimbat radical modul de a manevra mari unități pe teren. Utilizarea militară a transportului pe căi ferate pentru trupe și artilerie, comunicațiile prin telegraf și radio folosind Codul Morse și apoi chiar și telefonul au fost noutățile apărute și cine le-a folosit cu pricepere a învins. Combinația acestor tehnologii a schimbat modul clasic, napoleonean, de a duce războiul, a înlocuit parțial tracțiunea bazată pe cai, a mărit cantitatea de informații primită de Statele Majore și a creat posibilitatea de a realiza concentrări de trupe și artilerie într-un loc stabilit, măbind simțitor viteza de deplasare. Helmuth von Moltke, șeful de Stat Major al armatei prusace a spus că a făcut planurile de ofensivă folosind mai mult o hartă a căilor ferate decât hărțile militare obișnuite.

Alt exemplu este de la începutul celui de Al Doilea Război Mondial. După ce Primul Război Mondial a îngrozit omenirea cu durata sa, făcând ca milioane de oameni să se apere și să moară în tranșee insalubre timp de ani de zile, armatele acumulând pierderi omenești îngrozitoare pentru mici succese



pe teren, s-a constatat că trebuia dus un alt fel de război, un război de mișcare cu forțe motorizate și blindate. Trebuiau sparte liniile de apărare sau ocolite. Aproape concomitent o serie de militari din diferite armate au gândit un astfel de război, un război al motoarelor în mișcare. În Anglia era Percy Hobart, în Germania cunoscutul general Heinz Guderian, în Franța viitorul general Charles de Gaulle ca să enumerăm doar figurile cunoscute. Dar în Germania conceptul a fost asociat și dezvoltat/corelat cu alte sisteme, noua tactică fiind denumită „**război - fulger**”. Lovitura asupra liniilor inamice se dădea la început din aer de către formații de bombardiere tactice (vectorul principal fiind faimoasele bombardiere în picaj germane din cel de-Al Doilea Război Mondial - Junkers Ju 87 Stuka), apoi tancurile, artileria auto-purtată și infanteria motorizată atacau în forță, rupând liniile de apărare și pătrunzând cât se poate de mult în adâncime în spatele armatelor adverse. Pe lângă această combinație de lovituri aeriene și terestre executate în principal cu tancuri, și transportoare blindate, pentru a se mări efectul, se foloseau și trupe de desant aerian parașutate în puncte cheie și chiar și operații de diversiune. Mai adăugăm ceva la această organizare nouă a războiului în mișcare: comunicațiile prin radio cifrate cu sistemul de cifrare Enigma. Mașina de cifrat Enigma permitea în timp aproape real comunicarea, criptarea și decriptarea de mesaje. Sunt clasice deja în filmele documentare despre războiul din Franța și chiar din Africa mașinile de comandament germane de unde generalii corelau prin transmisiuni radio loviturile din aer și deplasarea tancurilor. Asocierea acestor mijloace a avut mare succes în primii ani de război, dar odată cu descifrarea mesajelor făcute cu *Enigma* de către specialiștii din Polonia și Marea Britanie, noutatea și surpriza nu au mai existat. Performanța decriptării a adus un mare succes Aliatilor, a ajutat la dezvoltarea primelor mașini de calcul și a fost un secret care nu a fost dezvăluit decât în anii 70.

Vom aminti și despre rolul **radarului** în cel de Al Doilea Război Mondial. Un succes a fost modul cum Marea Britanie a răspuns amenințării aeriene germane, combinând într-un singur sistem flexibil, radarul de coastă, comunicațiile cu un stat-major dedicat, reprezentarea sugestivă a situației și dozarea riposteii prin alertarea și intrarea în luptă eşalonată a escadrilelor de avioane de vânătoare. Utilizarea la scară mare a radarului care acoperea literalmente cu stații individuale toată coasta spre Franța a Marii Britanii a fost o surpriza pentru germani care aveau pe atunci o



superioritate aeriană numerică substanțială. Stațiile Chain Home, sau CH pe scurt, au fost prima rețea radar de avertizare timpurie din lume și primul sub-sistem militar de radar integrat într-un sistem național de apărare aeriană. Încrederea manifestată de militari în niște oameni de știință care realizau unele experimente de laborator și trecerea pe această bază la investiții masive, precum și aplicarea lor la o scară națională a schimbat radical modul de ducere a războiului aerian. Rețeaua de stații radar începută cu 5 stații a fost extinsă mereu și a ajuns la 40 de stații operaționale până la sfârșitul războiului. Mai mult s-a creat tot din timp o rețea de comunicații terestră cu linii telefonice separate. Informațiile privind poziția țintelor ajungeau la un centru de comandă, acolo erau vizualizate pe o hartă imensă și în urma analizei capacităților de ripostă, ordinele erau trimise direct prin radio către piloții avioanelor de vânătoare. Efectul de surpriză al loviturilor germane era astfel anihilat și, deși se bazau pe un număr mic de avioane și pe puțini piloți de vânătoare, Marea Britanie a câștigat bătălia aeriană și a eliminat posibilitatea invaziei.

Dar asta nu a fost tot, aplicațiile radarului nu s-au oprit aici, el a trebuit să fie instalat pe avioane de vânătoare și pe bombardiere. Problema era însă dificilă, deoarece nu puteai să echipezi avioanele cu generatoare și antene de emisie pe unde metrice, cum se făcuse în aplicațiile reușite de la sol, echipamentele erau prea ancombrante și grele. Trebuia neapărat crescută frecvența și sistemele să fie făcute portabile. Era deci o problemă de a descoperi ceva care să producă unde cu lungime de undă centimetrică. Invenția magnetronului cu cavități rezonante în 1940, a dus la posibilitatea de a genera unde radio mult mai puternice și cu o lungime de undă mai mică. Principiul era cunoscut, o soluție fusese brevetată de ruși în anii 1920 și ideea era cunoscută și de germani. Dar soluția tehnică adecvată aparține specialiștilor britanici John Randall și Harry Boot de la Universitatea Birmingham care la începutul anului 1940, au construit magnetronul cu cavități rezonante. El era de mici dimensiuni și genera semnale care au permis construirea radarului cu lungimi de undă de 10 la 1 cm, deci implicit se puteau detecta obiecte în mișcare de peste 10 centimetri. Ce a urmat a fost o procedură neobișnuită. Această invenție - prototip a fost transportată peste ocean, în mare secret și s-a trecut cu mijloacele industriei radiotehnice din SUA la producția ei de serie, industrializată și la echiparea aeronavelor și navelor pe scară mare. Sistemul de detecție prin radar portabil a fost



perfecționat mereu și aliații aveau astfel o superioritate radicală și au avut victoria. Zeci de ani mai târziu, Louis Brown afirma că „introducerea radarului, un mod complet nou de a vedea, în cel de-Al Doilea Război Mondial a modificat baza de război mai profund decât oricare dintre invențiile care marcase războiul industrializarea luptei.”³¹

Tot în cel de Al Doilea Război Mondial **aviația de bombardament la mare distanță** a ajuns un factor decisiv în efectuarea de lovituri în spatele frontului inamic. Primul zbor cu o aeronavă cu motor și cu un aparat mai greu decât aerul este atribuit fraților Wright din SUA, care la patru mile sud de Kitty Hawk, Carolina de Nord, la 17 decembrie 1903, au efectuat un zbor scurt. Avem și o prioritate românească deoarece pe data de 18 martie 1906, Traian Vuia a devenit primul om din lume care a decolat cu mijloace proprii de la bord cu un aparat mai greu decât aerul (avionul Vuia 1). În doar 40 de ani au apărut avioane de bombardament de mari dimensiuni și produse într-un număr care părea neverosimil. Atacurile aeriene cu sute de avioane efectuate de forțele aeriene ale SUA și ale Marii Britanii au produs mari pierderi Germaniei. Dacă amintim cantitățile de bombe aruncate în atacurile asupra rafinărilor de petrol de la Ploiești, în atacurile asupra Ruhrului și acțiunile pentru distrugerea de baraje și diguri este evident că această armă a dus războiul aerian la alte dimensiuni. De exemplu, bombardierele americane au lansat asupra zonei Ploiești la un atac de mult timp pregătit un „covor de bombe”, format din 1275 de bombe explozive și 525 de bombe incendiare, pentru a lovi rafinăriile din jurul Ploieștiului dintre care menționăm „Creditul Minier” de la Brazi, „Columbia”, „Vega”, „Orion”. Doi factori au participat la crearea acestei forțe aeriene, perfecționările în construcția și echiparea avioanelor de bombardament și producția de masă a acestor bombardiere. Marea Britanie și Statele Unite și au dat seama că, neputând să deschidă decât târziu fronturi terestre împotriva Germaniei, singura metodă de a o lovi era crearea unor bombardiere cu patru motoare capabile să aibă o rază de acțiune mare și care să poată transporta o cantitate importantă de bombe.

B-17 era un avion imens de bombardament, fabricat în SUA, care avea nouă mitraliere și a fost folosit de Forțele Aeriene ale Armatei Statelor Unite ale Americii în campania de bombardament strategic, pe timp de zi, împotriva țintelor militare și industriale ale Germaniei naziste. Din cele 1,5

³¹ Louis Brown, *A Radar History of World War II*, Institute of Physics Publishing, 1999.



milioane de tone de bombe aruncate asupra Germaniei naziste și a teritoriilor ocupate de acest stat, de avioanele americane, 640 000 de tone au fost lansate de bombardierele B -17, care aveau o viteză maximă mare pentru acea perioadă, de 462 km/h și o rază de acțiune de 3219 km cu 2700 de kg de bombe la bord. Următorul avion Boeing B - 29 Superfortress a fost un bombardier american cu patru motoare cu elice, proiectat de Boeing și utilizat de Statele Unite și în timpul celui de-Al Doilea Război Mondial și chiar și în războiului coreean. Denumirea lui superlativă provine de la predecesorul său, bombardierul B -17 denumit Flying Fortress. Destinația sa strategică era de a efectua bombardament strategic de la mare altitudine și a fost bombardierul din care s-au aruncat cele două bombe atomice asupra orașelor japoneze Hiroshima și Nagasaki. Importantă este și echiparea acestor bombardiere, mult perfecționată în timp. B - 29 avea cabina presurizată, un sistem analogic de control al focului controlat de un computer astfel încât, cele patru turele de mitralieră erau comandate de la distanță. În plus avea pilot automat și un sistem de ochire pentru bombardament foarte perfecționat. Costul proiectării și producției a fost de 3 miliarde de dolari (echivalent cu 43 miliarde de dolari în prezent, acest program fiind cel mai scump din război. Bombardierul a fost retras din serviciu la începutul anilor 1960, după ce au fost construite 3970 exemplare. B - 29 putea transporta încărcături de bombe până la 32 000 kg și a avut o rază de acțiune de 7210 km. Viteza sa era remarcabilă de până la 1050 km/h. Utilizarea radarului de bord pentru vizualizarea terenului și a țintelor a adus un plus de calitate în precizia bombardamentului și faptul că odată cu ele s-au dezvoltat și avioane de vânătoare cum ar fi P - 51 Mustang și Lockheed P - 38 Lightning capabile să zboare pe distanțe mari și să asigure protecția a făcut la sfârșitul aceluia război din bombardier un inamic redutabil.

Toate aceste exemple din trecut sunt destinate de a sesiza ideea de combinare a unor mijloace clasice și a unor invenții venite la momentul oportun. Semnificativ este și aplicarea la scară mare și în scurt timp a soluțiilor reușite.



2. RMA-Revoluția în domeniul militar și tehnologii inovatoare

„Războaiele viitorului vor fi purtate de tehnicieni în informatică, de avocați și de specialiști la un nivel foarte înalt și asta poate însemna că războiul va fi din ce în ce mai abstract, mai greu de gândit și mai greu de controlat”.

Michael Ignatieff
(politician canadian)

Privind în mod tehnicist putem spune că Al Doilea Război Mondial a utilizat la scară industrială succesele tehnologiilor noi și a aplicat invențiile din trecut aducându-le nebanuite perfecționări. Tancul, avionul de bombardament și navele de luptă au devenit la sfârșitul războiului mult mai complexe și mai adaptate la condițiile din teatrul de război. Pe lângă complexitate a sporit enorm numărul lor prin industrializarea producției de război. Resursele logistice au fost dezvoltate și ele la proporțiile globului terestru, fiind necesare deplasarea și aprovizionarea unor mari grupări de trupe pe distanțe mari. Finalul războiului a adus trei noi arme cu un impact covârșitor în viitor: avionul cu reacție, racheta și bomba atomică.

Războiul Rece care a urmat a fost caracterizat printr-un echilibru al terorii, marile puteri ajungând la potențiale enorme de distrugere reciprocă prin arme nucleare, la mărirea absolută a bugetelor militare și la constituirea de complexe industrial - militare în cadrul statelor, grupări care vor avea un rol important în politică. Combinarea puterii de distrugere a bombelor atomice și cu hidrogen, cu transportul lor cu rachetele intercontinentale la mii de kilometri distanță, au dus la un echilibru al puterii de distrugere între cele două blocuri militare. În secolul al XX-lea, trei inovații științifice importante au dus la mari progrese tehnologice, dar și la noi opțiuni militare: *armele nucleare de diverse tipuri; biotehnologia; tehnologiilor informației și comunicațiilor.*

În timpul acesta bugetele militare au explodat ajungând la valori astronomice, deoarece multă vreme s-a mers pe creșterea concurențială a performanțelor armamentului, dar și a numărului de arme de fiecare parte. Drumul nu era cel mai bine ales, deoarece bugetele țărilor erau secătuite de aceste cheltuieli permanente în creștere și de conștiința că nimic nu se învechește mai repede decât armamentul. Dwight D. Eisenhower, general și



președintele al SUA, în discursul ținut cu ocazia părăsirii de către el a Casei Albe, a spus în ianuarie 1961: „În deciziile noastre politice trebuie să fim mereu atenți la influența, și așa exagerată, a complexului militar - industrial. Este pericolul ca o putere scăpată de sub control să aibă urmări dezastruoase. Nu trebuie să permitem ca acest complex să amenințe libertatea și democrația noastră.” Era un semnal de alarmă, dar lumea l-a ignorat. Cursa înarmărilor a continuat vertiginos și într-un final, din cauze economice și politice, a urmat în 1989, căderea pe rând a conducătorilor statelor socialiste, dizolvarea Uniunii Sovietice și se părea că ne așteaptă o perioadă liniștită din punct de vedere militar.³² Dar nu a fost să fie așa, au apărut conflicte locale inter-țări, conflicte religioase, războaie civile și s-a ajuns la confruntări asimetrice, la războaie generalizate la nivel de coaliții.

Un adevărat punct de schimbare a tehnologiilor de armament a avut loc odată cu războiul din Irak, cel mai apropiat război de zilele noastre³³. (-DARPA)³⁴ și alte organisme de cercetare militară au contribuit din plin la aceste schimbări și au elaborat soluții viabile.

Acolo, în Golf, în dublul război purtat s-au aplicat pe scară largă de către forțele Coaliției, dar, în special, de către forțele SUA, atacul cu bombe și rachete dirijate cu precizie deosebită asupra obiectivelor strategice ale adversarului. Ghidarea cu laser, folosirea identificării prin FLIR, utilizarea pe scară largă a sistemelor de vedere pe timp de noapte, precum și coordonarea atacurilor prin efectuarea de multiple simulări, a făcut ca eficacitatea atacurilor aeriene și terestre să crească radical, atât ca precizie, cât și ca eficiență. Din acel moment tehnologia de ghidare a bombelor a fost aplicată în masă, chiar și bombele vechi au putut fi transformate în bombe ghidate, iar rachetele de diferite tipuri își căutau singure țintele pe străzi spre stupoarea populației. Mai mult și trupele se mișcau altfel, în al doilea război din Irak s-a reușit, pentru prima oară de la Al Doilea Război Mondial, să fie folosite pe câmpul de luptă *forțele speciale* aduse direct din SUA pe calea aerului. Tot cu aeronave de transport C-17 s-au adus chiar și tancuri grele în sprijinul trupelor debarcate aerian și această combinație de arme și efectul

³² F Fukayama - The End of History and the Last Man. New York: Avon books inc, 1992.

³³ Nicolae Ciucă, „Roles of Alliances and Coalitions in the War on Terrorism”, *U.S. Army War College*, Pennsylvania, 2006.

³⁴ Annie Jacobsen, *Pentagon's Brain*, Copyright © 2015 Anne M. Jacobsen.



de surpriză au reușit blocarea în vestul Irakului a unor importante forțe irakiene în timp ce atacul masiv al Coaliției a fost dat din sud și est.

Reversul medaliei îl constituie costul acestui război, care după surse oficiale, adică după evaluarea Biroului de Buget din Cadrul Congresului, a fost de peste 700 de miliarde de dolari deoarece utilizarea masivă a tehnologiilor high-tech costă.

Fenomenul acesta de schimbare în domeniul militar a fost denumit *Revoluția în Afaceri Militare (Revolution in Military Affairs – RMA)*. În lume nu există o definiție exhaustivă a fenomenului RMA – revoluția în domeniul militar, deoarece punctele de vedere ale militarilor, ale istoricilor și ale tehnicienilor nu coincid pe deplin în privința domeniului său de aplicare, al anvergurii geografice a fenomenului și al momentului T0 de începere, nici a dezvoltării în timp. O greutate deosebită în a concepe definiții atotcuprinzătoare o constituie și întrepătrunderea, din ce în ce mai mare, dintre tehnologiile civile și cele militare. RMA cuprinde utilizarea inovativă de tehnologii și metode din IT-ul civil, proceduri de cyberwar, toate acestea cuplate cu arme clasice de distrugere și descoperiri de ultimă oră.³⁵

Definiția RMA, adică a revoluției în domeniul militar propusă de Andrew Krepinevich este: „*aplicarea de noi tehnologii într-un număr semnificativ de sisteme militare...într-un mod care, în mod fundamental, modifică caracterul și desfășurarea conflictului.*”

Documentele *Joint Vision 2010 and 2020*, publicate în 1996 și 2000³⁶, au avut ca scop descrierea modului în care forțele americane ar trebui să se aștepte ca în secolul 21 să se desfășoare războaiele. S-au identificat patru tendințe tehnologice dominante: (1) dezvoltarea de arme cu mare precizie și mare distanță de acțiune, combinată cu o gamă largă de sisteme de lansare; (2) capacitatea de a produce cu noile arme o gamă mai largă de efecte, de la efecte de descurajare până la cea letală; (3) mărirea capacității de observare a senzorilor proprii și utilizarea intensă a tehnologiilor *steth* pentru a masca forțele proprii; (4) integrarea largă a sistemelor informatice și a sistemelor de control a forțelor proprii.

³⁵ Joshi A., *A holistic view of the revolution in military affairs (RMA)*. Strategic Analysis, 22(11), 1999.

³⁶ M O'Hanlon - *Technological Change and the Future of Warfare*, Washington D.C, 2000.



În prezent legătura dintre noile tehnologii și modul de a duce un război, sau de a rezolva un conflict a devenit indisolubilă.³⁷ Statele Majore aplică și adaptează rapid noi tehnologii și mijloace, deoarece fiecare nou conflict are un pronunțat caracter particular. Modul nou de a acționa a armatelor a devenit mult mai combinativ, interdisciplinar, exploatând cooperări între mai multe categorii de arme și utilizând sisteme logistice autonome, totul pentru a câștiga timp.³⁸ Dintre direcțiile de perfecționare ale acestor tehnologii noi vom menționa pe cele considerate a fi importante și definitorii:³⁹

- Perfecționări în conceptul C4I - Comandă, Control, Computere, Comunicații, Informații;
- Perfecționări în domeniul ISR - Informații, supraveghere și recunoaștere;
- Conversia și/sau realizarea de muniție ghidată de precizie (PGM) cu raze de acțiune variate;
- Noi principii de dezvoltare pentru armament (arme cu laser, generare de impuls electromagnetic, arme neletale);
- Senzori noi și fuziunea inteligentă de date obținute pe diverse nivele, rețele de comandă integrate;
- Tehnologii *stealth* pentru vehicule din aviație, marină, vehicule terestre;
- Platforme de luptă cu arme inteligente la bord (ex. UAV-uri, rachete de croazieră);
- Război spațial;
- Formarea unei baze de date cu informații cât mai cuprinzătoare cu privire la *țintele* militare, politice, economice și culturale ale inamicului,
- Perturbarea/manipularea sistemelor inamice de informare și de alertă în apărare;

³⁷ Constantin Degeratu, M. Tudose, G. Văduva- *Război, cunoaștere, adevăr*, Editura Nemira, București, 2012.

³⁸ G-ral dr. Mircea Mureșan, g-ral de brig. (r) dr. Gheorghe Văduva, *Războiul viitorului, viitorul războiului*, Editura Universității Naționale de Apărare, București, 2004.

³⁹ Chapman G, *An introduction in Revolution in Military Affairs*, XV Amaldi Conference 2003, papers/XV.



- Utilizarea simulărilor pentru a sprijini și obiectiva luarea deciziilor operaționale;

- Educația, formarea și îmbunătățirea reacției personalului uman prin antrenamente cu simularea extinsă;

- Sisteme logistice inteligente;

- Producția de masă prin printare 3D.

Schimbarea foarte importantă în domeniul militar este, pe lângă utilizarea directă și combinată a noilor tehnologii, faptul că viitoarele conflicte se vor purta nu numai pe pământ, aer și apă ca în trecut. Au apărut alte două noi câmpuri de luptă, cel cibernetic și cel spațial și pe aceste două noi domenii deja există între puteri militare importante testări ale mijloacelor de apărare, atacuri demonstrative și încercări de a prelua inițiativa⁴⁰. Care va fi anvergura *luptelor*, ce mijloace de atac și ce mijloace de apărare vor fi utilizate, este dificil de apreciat, mai ales că informațiile la care avem acces sunt difuze și neconcludente. Pericolul unor atacuri cibernetice prin rețelele sociale sau direct asupra rețelelor de sateliți rămâne prezent și investițiile în cercetare pentru a controla aceste noi câmpuri de luptă sunt deosebit de importante. Fiecare din aceste subiecte constituie un domeniu complex, aflat în cercetare și dezvoltare și în care se investesc multe milioane de dolari. Pentru o privire atentă trebuie să punem însă accentul pe faptul că îmbinarea acestor tehnologii a avut succes și utilizarea lor sinergică a făcut să se obțină surpriza și eficiența în conflictele curente⁴¹. Din multitudinea de tehnologii și variante de armament este interesant să ne oprim asupra unor sisteme cu grad mare de aplicare și relevanță în viitor, subliniind avantajele utilizării lor, dar și limitele lor.

⁴⁰ Arquilla and Ronfeldt, „*Cyberwar is Coming*”.

⁴¹ Gheorghe Văduva, *Principii ale războiului și luptei armate – realități și tendințe*, Universitatea Națională de Apărare, Centrul de Studii Strategice de Apărare și Securitate, București, 2003.



3. Aplicații ale IA - Inteligența Artificială

„Sunt din ce în ce mai înclinat să cred că ar trebui să existe o supraveghere și o reglementare, poate la nivel național și internațional, doar pentru a ne asigura că nu facem ceva foarte prostesc. Adică cu inteligența artificială invocăm demonul.”

Elon Musk

Una din tehnologiile noi aplicate în domeniul militar este utilizarea **inteligenței artificiale** (IA - AI în engleză). Domeniile din sfera militară, unde se poate aplica acest concept, cuprind o mare varietate și enumerarea lor nu ar face decât să ne îndepărteze de scopul analizei noastre. Importanța domeniului este clar determinantă pentru viitor și marii lideri decidenți din China și Rusia au declarat în repetate rânduri că națiunile care vor utiliza cel mai intens și vor fi pregătite pentru aplicarea în toate domeniile a inteligenței artificiale (AI) vor putea *conduce lumea*. În 2019, Statele Unite au declanșat la rândul lor un Plan Strategic de Cercetare și Dezvoltare al IA⁴² în care se definesc domeniile cele mai susceptibile de a beneficia de investițiile federale. Dintre aceste domenii prioritare menționăm: sisteme inteligente de senzori și percepție, sisteme cognitive pentru raționament automat/planificare, prelucrarea limbajului natural, robotică și alte domenii conexe. Nici Europa nu este în afara cercetărilor în domeniu, și aici există planuri. În prezent, șase țări și-au prezentat oficial strategia privind IA, precum și bugetul și domeniul de aplicare. Finlanda, Franța, Germania, Italia, Suedia și Regatul Unit au anunțat investiții cuprinse între 200 milioane la câteva miliarde de euro⁴³.

Subdomeniile militare ale aplicațiilor IA în domeniul militar despre care considerăm că este important să discutăm sunt:

- Aplicații ale IA în identificare amenințărilor, instruirea și testarea personalului militar ce acționează în zone ostile. Una din problemele dificile a oricărei armate este de a purta acțiuni în mediul urban. Pentru a ajuta trupele s-a plecat de la sistemele de supraveghere simple, utilizate în războiul din Vietnam și s-a trecut rapid la aplicații în domeniul civil și de

⁴² *The National Artificial Intelligence research and development strategic plan: 2019 update*, a report by the select committee on artificial intelligence of the national science & technology council, june 2019, USA.

⁴³ *artificial intelligence: european r&d strategies*, contribute by Julie Autuly.



securitate, ajungând la sisteme complexe cu performanțe deosebite. O multitudine de senzori ce captează informații audio, radio, imagini în spectrul vizibil sau infra-roșu sunt utilizate ca date de intrare și de auto-instruire a sistemului cu IA, apoi programe de calcul generează predicții pentru recunoașterea situațiilor ostile, inclusiv hărți, în timp real, cu amenințări. Dacă datele sau imaginile sunt neclare sau necunoscute, sistemul de prelucrare a datelor își îmbunătățește în mod autonom propriile performanțe în timp. Primele succese au fost făcute în domeniul identificării persoanelor vizual și acustic, trecând apoi la determinarea atitudinii ostile, procesarea și traducerea imediată a vorbirii și generarea de mesaje vocale de avertizare funcție de situații. Aplicațiile IA de acest gen au ajuns rapid la programe extinse de recunoaștere a clădirilor, a scanării în timp real a mediului urban ostil, a depistării de arme și a *persoanelor cu aptitudini de luptă*. Avantajul principal al acestei auto-perfecționări este că face să crească simțitor precizia și nivelul de alertare al sistemelor de supraveghere permițând să se elimine doza de subiectivism a obișnuitelor evaluări umane, care pot fi afectate uneori de stress, de emoții și lipsă de experiență în cunoașterea câmpului de luptă. Este evident că nu există niciodată situații de luptă perfect similare, deci soluțiile generate cu IA sunt estimative, dar cu bună precizie;

- IA este de asemenea în legătură directă cu simularea și modelarea militară. Acest domeniu a devenit în zilele noastre total diferit de ce exista în urmă cu 10 ani și asta datorită progreselor deosebite făcute în sfera tehnicii de calcul și a rețelelor de comunicare digitale. Ne apropiem rapid și în acest domeniu de integrarea în a patra revoluție industrială. Aceasta va aplica extins conceptul de Internetul lucrurilor (Internet of Things - IoT) . Internetul extins va fi o rețea de legături, sisteme, mașini, vehicule, roboți toate denumite generic *lucruri*. Fiecare entitate va fi prevăzută cu o multitudine de senzori, va lucra cu proprii programe software, dar ele se vor putea conecta și schimba date și programe între ele prin sisteme gen Internet, astfel sistemul se va autoperfecționa și completa. Simularea militară deja lucrează în rețele de simulare de genul Arhitectură de Înalt Nivel (High Level Architecture – HLA), unind simulatoarele militare în federații și organizând lupte complexe virtuale. În doar câțiva ani, HLA a fost adus de la o idee foarte generală la o implementare software de mare anvergură și s-a creat o rețea standard recunoscută, acceptată și aplicată la



nivel mondial. Mai mult, pe lângă luptele virtuale între echipe umane, se folosesc ca adversar, sau aliat forțe militare și vectori de luptă generate de computer care simulează și înlocuiesc cu succes acțiunile elementului uman. Aceste forțe se auto-instruiesc cu metode IA. În plus s-a introdus conceptul de meta - model, adică un model ce cuprinde și simulează nu numai modelarea totală a acțiunilor și deplasărilor unui avion, tanc sau navă, dar înglobează și toate legăturile lui de comandă și logistice, inclusiv date ale arealul în care acționează, modelul fiind alimentat cu date geografice și meteo reale. Cu acest concept s-au făcut simulări complexe de lupte virtuale și de testare a noi vectori de luptă economisind mari resurse. Cuplarea s-a făcut și direct cu sisteme reale, cu medii de comandă și control și cu acțiuni din zone de antrenament. Necesitatea de a modela cât mai exact și de a simula fidel a condus la apariția unui cadru de modelare și simulare extensibil (**Extensible M&S Framework** - XMSF). El este definit ca un set de legături, programe și tehnologii bazate pe soluții date de comunități de cercetare de pe web. Se cuplează astfel lumea de simulare civilă cu cea militară scurtând timpul de dezvoltare a unor aplicații. Militarii vor avea în viitor posibilitatea de a mări capacitatea sistemelor proprii de M&S, de a utiliza cele mai noi programe civile, comerciale și militare pentru a satisface nevoile de formare, analiză, achiziție și chiar să desfășoare lupte simulate operațional oriunde și oricând. În simularea de jocuri de război cu utilizarea algoritmilor inteligenți, sistemele de simulare a forțelor inamice cu IA pot *juca* activ rolurile adversarilor și în plus IA are potențialul de a explica și analiza situația de la toate nivelurile, mărinde sau reducând scările de timp. În combinație cu progresele tehnologice ale realității virtuale (VR), algoritmi de antrenament vor schimba în bine și în mod considerabil realismul antrenamentului tactic, implicând direct *actorii* din teatrul de luptă, plecând de la factorii de decizie politică de nivel înalt până la nivelul soldatul infanterist din teren. Simularea nu poate însă înlocui deplin cazurile reale deoarece adrenalina funcționează diferit în simulator și sub focul inamicului;

- Un domeniu unde s-a progresat foarte mult este simularea și inteligența artificială în aviație. Opt echipe de programatori din SUA au dezvoltat algoritmi de inteligență artificială (IA), capabili să învețe și să efectueze manevre de luptă aeriană în simulatoare. Cele opt echipe au concurat între ele în prima fază, iar la final echipa câștigătoare a simulat o



luptă aeriană împotriva unuia dintre cei mai experimentați piloți americani de F-16. Pilotul de F-16 care s-a luptat cu algoritmul de inteligență artificială era și el într-un simulator, nu într-o aeronavă reală. Aceasta testare a fost o premieră cu rezultat neașteptat, deoarece după cinci întâlniri de luptă, toate au fost câștigate de sistemul de simulare cu IA. Momentul a fost semnificativ, deci pentru prima dată calculatorul a învins omul - pilot;⁴⁴

- Un alt domeniu plin de perspectivă al IA este utilizarea sa în domeniul atât de laborios și pretențios a logisticii militare. US Air Force a introdus deja *logistica predictivă* pentru mai multe flote de aeronave, adică programarea și dirijarea inteligentă a efectuării de reparații și a mentenanței. Avioanele de nouă generație cum ar fi F-22 Raptor și F-35 Lightning II sunt echipate cu senzori interni specifici și cu un program care analizează starea avionului și decide intervențiile necesare. S-a ajuns la sisteme de auto -diagnoză și întreținere automată.⁴⁵ Timpul va stabili eficiența și vulnerabilitățile sistemului, dar ideea de aprovizionare logistică autonomă este în studiu în prezent și pentru alte categorii de forțe. US Army intenționează să utilizeze camioane autonome echipate cu sisteme de IA până în anul 2020 - 21, pentru operațiuni de transport în convoaie, în care doar vehiculul principal să aibă echipaj uman.

4. Inteligența artificială și vehicule de luptă fără pilot

Aplicațiile de IA din autonomia platformelor de armament din aer, de pe uscat și de pe mare sunt un domeniu senzitiv cu multiple implicații. IA a contribuit esențial la sisteme de găsimă, identificare și atac asupra țintelor în mod independent. Deci s-a unit tehnologia de navigație și dirijare de la dronele aeriene, terestre sau navale cu căutarea, selecția și mijloacele de distrugere a țintelor.⁴⁶ Cu toate acestea, există riscuri majore în a lua decizii importante la nivel politic și militar doar cu ajutorul calculatoarelor și a inteligenței artificiale. Aeronavele fără pilot denumite UAV, UAS sau drone sunt de acum mijloace de

⁴⁴ Military News, *Rise of the Machines: AI Algorithm Beats F-16 Pilot in Dogfight*, 24 August 2020.

⁴⁵ Autonomic Logistics Information System (ALIS), LM, www.defensenews.com (Valerie Insinna).

⁴⁶ DYNDAL, Gjert Lage; BERNTSEN, Tor Arne; REDSE-JOHANSEN, Sigrid, *Autonomous Military Drones - No Longer Science Fiction*, Romanian Military Thinking, Apr-Jun 2017, Issue 2.



luptă comune ale aviației, trupelor terestre și ale forțelor marine. Folosite la început doar pentru observare, ele s-au transformat radical ca mărime și performanțe și au devenit arme de temut, cu atât mai mult cu cât nu presupun pierderi umane în acțiuni militare. În primă instanță aeronavele fără pilot și senzorii lor au furnizat date, informații, supraveghere și recunoaștere în teren dovedindu-se deosebit de eficiente. Armata SUA și aliații săi s-au bazat, din ce în ce mai mult, pe aceste sisteme în războaiele din Orientul Apropiat, Afganistan și Irak. În ultimele două decenii ele au fost vectorul principal de acțiune în operațiunile de combatere a terorismului. Astfel au ajuns la dimensiuni mari pentru a crește durata de autonomie în aer și a putea transporta camere în spectrul vizibil și/sau infraroșu, lasere pentru măsurat distanțele și armament specializat, existând și acționând ca adevărate mijloace de luptă conduse de la sol.⁴⁷

Trebuie însă să lămurim și legătura lor cu IA deoarece există multe interpretări a acestor aplicații. Referitor la drone există încă diferențe mari în conducerea lor. Majoritatea dronelor sunt în prezent conduse de la sol de oameni, ele având un grad mare de automatizare și un sistem propriu de calcul. Sistemul de calcul permite navigația aeriană, după reguli prestabilite, comunicarea informațiilor date de senzorii de la bord către operatorul uman și poate face calculele necesare pentru utilizarea eficientă a armamentului. Automatizarea este extinsă deci la supravegherea sistemelor de la bord pentru a efectua zborul și acțiunea în bune condiții, conducerea fiind umană de la sol.

Un sistem autonom este însă unul care decide singur acțiuni, având în vedere un set de intrări, ceea ce înseamnă că el face presupuneri și apoi ia decizii despre cele mai bune moduri de a acționa. Spre deosebire de sistemele automatizate, atunci când li se oferă aceleași date, sistemele autonome nu vor produce în mod necesar exact același comportament de fiecare dată. Un vehicul fără pilot dotat cu IA dacă va acționa autonom asupra țintelor, adică pe baza informațiilor primite de la senzori, va alege singur drumul optim, va interpreta imaginile primite de la senzori și pe baza unor programe de recunoaștere proprii va decide dacă obiectivul este amic sau inamic și în final va declanșa asupra armamentului corespunzător. Deci comportamentul armei va fi diferit în timp de la o situație la alta. Esențială este însă luarea deciziei pe baza IA de a anihila ținta și aici sunt multe aspecte de discutat. Lucrarea lui

⁴⁷ De Brian Glyn Williams, *Predators: The CIA's Drone War on al Qaeda*, 2013.



M.L.Cummings⁴⁸ analizează performanțele umane comparativ cu posibilele alternative de utilizare a IA și evidențiază existența încă multor probleme tehnice și de programare. Mai trebuie avute în vedere și considerente etice și de politică decizională, de exemplu criteriile și situațiile în care unui robot ar trebui să i se permită să ia viața unei ființe umane. Având în vedere stadiul de dezvoltare a programelor și varietatea situațiilor opinia generală este că decizia de utilizare a armamentului ar trebui să fie umană. Pe de altă parte dezvoltările sistemelor în domeniul civil sunt mult mai avansate, utilizarea dronelor este legiferată și reglementată, mai mult, livrarea de colete la diferite adrese cu drone civile cu grad mare de autonomie este o realitate în China și Statele Unite.

Dezvoltarea dronelor continuă în prezent pe mai multe direcții. O direcție este miniaturizarea lor și conducerea lor coordonată în număr mare, în sisteme gen *nor de drone* care se organizează în zbor, ascultă de un lider și sunt foarte dificil de doborât și detectat. *Ele sunt autonome* și nu au nevoie de conducători umani individuali de la sol. Avantajul esențial în cazul utilizării în câmpul tactic a acestor drone care acționează inteligent în *nor* sau *roi* este prețul lor de cost extrem de redus și faptul că pot anihila aeronave, vehicule etc., de o valoare mult mai mare.

O altă direcție de dezvoltare care a avut succes după cum s-a văzut în conflictele recente sunt dronele sinucigașe. Încea din anii 80, o serie de programe din Israel sau SUA au început să dezvolte drone capabile să urmărească și să se dirijeze după emisii radar sau radio specifice adversarului și să distrugă prin explozie sursele respective, ele fiind inițial destinate, în special, *căutării și anihilării* bateriilor de rachete antiaeriene inamice.

Denumite și drone kamikadze, ele s-au perfecționat în timp și au o greutate și anvergură medie sau mică, poartă o încărcătură explozivă și odată lansate *caută* fie emisiuni radio, fie emisii radar sau urmăresc un anumit tip de vehicul militar cu o amprentă în infraroșu semnificativă. Dimensiunea lor variază de la anvergura unui vehicul aerian fără pilot (UAV) mediu, obișnuit, dar echipat cu o încărcătură explozivă până la micro - drone quadcoptere din zona civilă de aplicații, dar care cară explozibili.

⁴⁸ M. L. Cummings, Artificial Intelligence and the Future of Warfare, Research Paper for International Security Department and US and the Americas Programme, January 2017.



Detectarea țintei și declanșarea atacului poate fi ori pe deplin autonomă, ori prin observare și conducere de către un operator uman. Algoritmii de căutare sunt cei de recunoaștere, de genul inteligență artificială și auto - instruire, ele atacă țintele prin lovire și autodistrugere. Drona israeliană IAI Harop, poate funcționa în mod autonom căutând și lansând atacuri fără intervenția umană.⁴⁹ Această dronă nu are o opțiune de recuperare și se autodistruge, dacă nu și-a îndeplinit misiunea. Turcia a îmbunătățit această armă cu un sistem opto - electronic propriu, care detectează și urmărește amprente de vehicule militare cu spectru termic specific. Alte tipuri de drone kamikadze pot reveni însă la baza de lansare și se pot recupera și refolosi. Dimensiunile reduse și caracteristicile constructive gen *stealth* fac ca aceste drone, dezvoltate în multe state, să fie greu de observat și doborât și să aibă o mare eficiență demonstrată în ultimele conflicte. Există și opinii etice contradictorii privind dezvoltarea și utilizarea lor deoarece, dacă aceste drone au o autonomie mare, ele ajung și în zone în care activitatea inamică nu este totdeauna certă. În consecință ele pot căuta în mod autonom ținte timp de câteva ore, cu consecința de a putea să atace din greșeală obiective civile sau proprii.

5. Rachete

„Ce rost are să trimiți rachete de 2 milioane de dolari pentru a lovi un cort de 10 dolari care e gol?”

George Bush

Racheta ca armă de luptă a avut mulți precursori începând de la invenția prafului de pușcă de către chinezi, dar trebuie să recunoaștem că marile progrese au fost făcute în Germania, unde se căuta obținerea unei noi arme care să schimbe soarta războiului. La dezvoltarea rachetelor a contribuit și celebrul om de știință Hermann Oberth originar din România, care a publicat studii teoretice valoroase despre rachete și care a fost mentorul direct al lui von Braun, creatorul rachetei V-2. În urma studiilor și experimentărilor din anul 1943, în Germania începea producția rachetei V-2 în faimosul centru de cercetare de la Peenemunde. Racheta avea o rază operațională de 300 km și transporta un focos de o tonă cu amatol (o

⁴⁹ Israel special, IAI's Harop ups the stakes on SEAD missions, Archived from the original on 2020-10-31.



combinație de TNT și nitrat de amoniu) ca încărcătură explozivă. Altitudinea operațională maximă a rachetei era de aproximativ 90 km, dar ar fi putut atinge o altitudine de 206 km dacă ar fi fost lansată vertical. Era un mare succes științific, tehnologic, dar și militar. Invenția nu a reușit să schimbe soarta războiului, era prea târziu să se poată pune la punct producția rachetelor în serie mare, dar datele capturate de la germani au relevat americanilor și sovieticilor *cât erau de rămași în urmă*. Majoritatea echipei lui von Braun a ales să meargă în Statele Unite unde, fără a se mai ține seama de trecutul lor nazist, au început să lucreze la NASA și pentru rachete militare. Marele lor succes a fost zborul către Luna în cadrul vestitului program Apollo. Dar nici Uniunea sovietică nu a rămas mai prejos, a folosit resurse imense și primul satelit SPUTNIK a fost lansat de către o echipă de savanți și ingineri condusă de Serghei Korolev la data de 4 Octombrie 1957. Tot această echipă a trimis de pe cosmodromul de la Baikonur și pe primul om în cosmos, Iuri Gagarin în 1961.

Racheta ca armă a fost combinată cu bombele nucleare și acest vector a constituit și constituie o posibilitate majoră de distrugere a inamicului cu consecințe greu de imaginat. O altă direcție a fost aceea de dezvoltare a rachete sau bombe ghidate cu precizie. Încă din cel de Al Doilea Război Mondial, Germania a experimentat o bombă anti - navă ghidată. Fritz X a fost ea poreclită și de germani și de aliații anglo - saxoni, bomba fiind experimentată, utilizată în luptă și chiar a scufundat o navă. Un inventator german, dr. Max Kramer, este cel care a gândit și a construit această armă. Prima bombă teleghidată era condusă prin radio de un operator uman aflat pe un avion de bombardament care o lansa și operatorul o urmărea și conducea către țintă vizual.⁵⁰

În războiul din Vietnam când primele rachete ghidate cu precizie au apărut ele au adus o mare schimbare, dar multe ratau chiar și țintele staționare de dimensiuni mari.

În războiul din Golf însă s-a utilizat masiv racheta de croazieră Tomahawk și toată lumea a aflat despre performanțele ei. Americanii și toată lumea au văzut secvențe televizate de la Bagdad în care rachetele Tomahawk survolau orașele, căutau anumite clădiri-țintă, urmau imagini cu

⁵⁰ Bogart Charles H., "German Remotely Piloted Bombs" ,United States Naval Institute Proceedings, November 1976, pp.62 - 68.



centrarea rachetei pe țintă, lovirea și explozia. Tomahawk face parte din rachetele de croazieră (CM–Cruise Missile) care au motoare cu reacție și pot zbura la diferite altitudini joase și înalte. Ele pot fi pre-programate să efectueze misiuni de precizie mare, eroarea circulară probabilă la lovire fiind de 2 până la 50m. Cu o sarcină utilă explozivă între 200 și 500 kg, rachetele pot avea o rază de acțiune între 150 - 3000 km, în funcție de platforma de lansare (aeronave, navă, submarin sau de la sol). CM sunt sisteme cu cost redus în comparație cu rachetele balistice sau aeronavele de luptă și au o amprentă radar sau infraroșu redusă. Lawrence Freedman, autorul vestitei cărți *Strategia - o istorie completă*, a numit racheta de croazieră CM *arma paradigmatică a RMA* și SUA a folosit des racheta Tomahawk, care a fost lansată pentru prima dată în 1984. În război ea a fost utilizată pe scară largă în operațiunile Desert Storm (332 lovituri), Desert Fox (415 lovituri) și Iraq Freedom (955 lovituri). Costul unei rachete era de circa 1,35 milioane și racheta a fost perfecționată din toate punctele de vedere în timp și având mai multe blocuri de ghidaj către țintă pentru a asigura precizia dorită. După lansare în prima parte a deplasării se folosesc mijloace clasice de navigație și anume GPS-ul militar, o centrală de navigație inerțială ce utilizează accelerometre foarte precise și urmărirea cu un altimetru radar a configurației terenului survolat. Astfel configurația terenului este mereu comparată cu datele de pe o hartă digitalizată memorată și realizată pe baza imaginilor din sateliți. Racheta a fost modernizată în timp cu mai multe sisteme de navigație denumite Block II, III, IV. Ultimele modificări la Block IV TLAM au utilizat un sistem de țintire în timp real pentru lovirea precisă a țintelor și senzori electron - optici care permit evaluarea loviturilor. În apropierea țintei o cameră începe să preia imagini de la țintă, un calculator de la bord compară imaginea văzută de cameră cu o imagine digitalizată a țintei stocată în memoria computerului și ajustează traiectoria în timp real și astfel, se asigură precizia deosebită la lovire. Sistemul transmite date prin SATCOM imediat înainte de impact pentru a determina dacă racheta este la țintă și se văd și daunele probabile de la atac. Prețul redus a făcut ca rachetele de croazieră de acest gen să fie acum realizate în numeroase state și să prolifereze rapid. Multe sisteme de navigație sunt disponibile de pe piața civilă.

Dar perfecționările în domeniul rachetelor nu se opresc aici. Se lucrează în prezent la rachete hipersonice de croazieră. Acest tip de rachetă



își atinge ținta cu ajutorul unui motor cu reacție de mare putere care îi permite să se deplaseze la viteze extreme, de obicei peste Mach-5. Marile puteri militare Rusia și China au declarat că au testat cu succes acest tip de rachete și SUA are de asemenea programe în această direcție. Rachetele hipersonice și perfecționarea lor sunt un domeniu important pentru cercetarea științifică, ele putând fi lansate fie de la sol sau de la un vehicul spațial. Problema utilizării unor contra - măsuri împotriva lor rămâne încă deschisă.

6. Tehnologii în pregătire

„Necesitatea este mama invențiilor”

Platon

Utilizarea de noi tehnologii și mijloace de atac și apărare va fi soluția în viitoarele conflicte și numai astfel, se va reuși să asigurăm surpriza și victoria în confruntări. Vestitul teoretician al războiului Clausewitz a definit forța surprizei astfel *„Surpriza este mijlocul de a obține superioritate, dar datorită efectului său psihologic, ar trebui să fie considerată și ca un element independent. Când se realizează la scară mare, îl încurcă pe inamic și îi scade moralul.”* Tehnologiile în pregătire pot eventual să fie acel *ceva* în plus care schimbă rezultatul unei confruntări.

Laserul a devenit în prezent o armă militară cu capacități din ce în ce mai mari de aplicabilitate reală. Inventat în anii 50, de către fizicianul Charles Townes ca soluție teoretică și perfecționat ca aplicație practică de Herbert Zeiger și James P. Gordon maserul și laserul erau dispozitive care permiteau amplificarea microundelor sau a luminii prin emisie stimulată de radiații. Rezultatul concret a fost emisia unui fascicul coerent de lumină roșie, iar aproape imediat au urmat aplicațiile militare, de la cele mai simple pentru măsurarea distanțelor până la cele folosite la orbirea observatorilor și piloților, iluminarea țintelor și ghidarea rachetelor. De aici până la crearea unei raze care doboară avioanele era un drum lung. Dar președintele american Ronald Reagan a mers chiar mai departe decât oamenii de știință, în 1980, în timp ce era în funcție, a anunțat crearea în viitor a unui sistem de apărare pentru a distruge de la distanță, în spațiul cosmic rachetele nucleare lansate de inamicii SUA. Una din soluții era un sistem laser spațial pentru anihilarea rachetelor în partea lor de zbor cosmică. Ziarele au denumit această inițiativă *„Războiul Stelelor”* și știrea a pus pe gânduri mulți specialiști militari în rachete și



sateliți. Abia în anul 1997, SUA efectuează primul test cu un laser anti - satelit. Dar alte aplicații ale laserilor sunt în prezent reale. Arma laser este extrem de precisă, nu are zgomot, funcționează cu viteza luminii și nu este afectată de deplasarea vehiculului purtător.

Toate forțele militare ale SUA au utilizat experimental lasere de putere. Forțele aeriene au în plan să echipeze un număr de 7 Boeing 747 cu lasere de înalta energie, iar acest sistem (ABL) va ataca rachete cu rază scurtă de acțiune (300 km), de pe un avion zburând la altitudinea de 12 000 m. Armata terestră are un laser de 50 de kilowați montat pe vehicul de luptă pentru a se apăra de atacurile cu UAV-uri și rachete de mici dimensiuni. Puterea se dorește să fie mărită până la 250 - 300 kilowați ca să poată să acționeze chiar și împotriva rachetelor de croazieră. La fel și Comandamentul Forțelor Speciale depune eforturi pentru a integra un laser de 60 de kilowați la bordul unui avion AC-130J Ghost rider pentru lovituri aer - sol. Marina SUA și a Marii Britanii desfășoară și ele experimente cu lasere de putere montate pe fregate și distrugătoare. Laserul este și va reprezenta o armă de viitor, dar nu este arma perfectă o „rază a morții” așa cum se spera. Costul acestor arme este foarte mare și necesită puteri mari instalate, deci există o problemă privind instalarea lor pe vehicule de luptă. O altă problemă o constituie propagarea fascicolului când în aer există turbulențelor atmosferice sau vapori de apă care absorb și difuzează energia luminoasă. O optică adaptivă ar fi o soluție care ar permite controlului fascicolului, dar încă se foc cercetări. Este cert că aceste aplicații vor fi utilizate în viitor și ele vor schimba mult teatrele de operații.

O altă armă care va schimba scara de timp în domeniul confruntărilor navale o reprezintă **torpile bazate pe super - cavitație**. Este vorba despre o invenție la care Rusia a lucrat încă din anii 1960. Această torpilă care este totodată și o rachetă are denumirea de VA -111 Shkval și poate atinge viteze subacvatice de peste 500 kilometrii pe oră. Aceste arme ating o viteză atât de mare în mediul subacvatic prin „învelirea” torpilei în deplasarea sa în interiorul unei bule de aer pentru a elimina rezistența hidrodinamică a apei la înaintare. Odată creată această bulă, în interiorul ei un motor de rachetă tractează torpila cu viteză maximă.⁵¹ Dar cercetările în

⁵¹ "Russia's Tactical Missiles Corporation Upgrading VA-111 Shkval Supercavitating Torpedo", Navy Recognition, 22 August 2016.



acest domeniu se desfășoară și în Marea Britanie și în China și în Statele Unite.

Vom mai vorbi și despre **calculatoarele cuantice** și rolul lor în rețelele militare C4I. Acronimul C4I are o semnificație cunoscută combinând conceptele de *comandă*, *control*, *comunicații*, *computere* și *informații*. Într-o accepțiune simplistă C4I reprezintă „*sistemul nervos*” al armatelor. Comanda și controlul se referă la luarea deciziilor de către un comandant desemnat în mod corespunzător asupra forțelor proprii și cele implicate în realizarea unei misiuni, el fiind susținut de tehnologia prelucrării și transmiterii informației (computerele și partea de comunicații a C4I). De curând s-au adăugat și alte două inițiale S și R și provenind de la două concepte noi. Ele sunt conceptul S de la Supraveghere adică date din observarea sistematică a zonelor unde are loc conflictul prin toate mijloace (vizuale, auditive, electronice, fotografice etc.) și conceptul R de la Recunoaștere, adică acumularea de date prin metode de detectare, obținerea directă sau indirectă de informații despre activitățile și resursele unui inamic sau pentru a obține date privind caracteristicile meteorologice, hidrografice sau geografice ale unei anumite zone de luptă viitoare. De obicei în aplicațiile militare se utilizau calculatoarele digitale care se realizează cu microprocesoare. Acestea sunt utilizate în orice arhitectură de calcul: PC-uri, servere, laptop-uri, sisteme dedicate, militare etc. Aplicațiile lor militare au fost nenumărate, majoritatea sistemelor ambarcate de ghidare, navigare și reglare fiind bazate pe microprocesoare de dimensiuni reduse, ambarcabile. Însă în prezent în activitatea unui stat major sau a unui comandant la orice nivel s-au petrecut mari schimbări la nivelul calculatoarelor utilizate și a comunicațiilor. Puterea calculatoarelor a crescut enorm, miniaturizarea lor și îmbunătățirea performanțelor de operare în teren a făcut ca utilizarea în structurile de comandă a calculatoarelor să fie decisivă. Multe acțiuni au fost concepute și executate în fața display-urilor care au înlocuit clasică harta topografică. Suntem în plină era digitală și discutăm de utilizarea reală în teren a unei rețele de senzori, de legarea multi - direcțională a tuturor posturi de comandă, indiferent de nivel, despre calculatoare performante disipate în teren și despre platforme de armament inteligente. Digitalizarea oferă o comunicare și o afișare deosebit de precisă și permite angajarea și urmărirea desfășurării în teren a diferite forțe proprii de arme în timp real și sinergic. Consecința este că timpul de reacție a comandanților din câmpul



tactic și timpul de aprovizionare logistică a scăzut radical, dar apare și o altă problemă vulnerabilitatea comunicațiilor, de unde și necesitatea firească de a le cripta și proteja, deoarece ele sunt supuse la diverse atacuri și interceptări. Comunicațiile fiind de obicei realizate prin radio sunt necesare, ori utilizarea transmisiilor prin satelit, ori asigurarea aeriană de suport de retransmisie. În viitorul apropiat viteza de lucru și capacitatea de stocare se va schimba prin utilizarea calculatoarelor cuantice. De exemplu un ultim tip de calculator Cerebras CS -1, folosit în dezvoltarea produselor cu inteligență artificială, poate executa 1,78 trilioane de instrucțiuni în fiecare secundă. În structura sa hardware are 400 000 de nuclee de procesare, 18 Gigabyte de memorie pe cip, 12 conexiuni de Gigabit la Ethernet pentru a muta date în și din sistemul CS-1 și consumă 20 kilowați de putere.⁵²

Câte ceva și despre soldatul din teren în era digitală și a GPS-ului, el rămâne o verigă de bază în orice sistem terestru militar. Omul din teren va avea un armament modern adecvat arealului geografic în care luptă, va dispune de sisteme de vedere pe timp de noapte perfecționate și de sisteme de comunicații complexe, fiind alimentat cu informații în timp real. Cred că epoca roboții de luptă care să intervină direct în linia întâia este încă ușor îndepărtată, mai ales că aducerea lor în câmpul efectiv de interacțiune cu inamicul ridică și probleme de inteligență artificială și probleme de ordin etic.

Potrivit dr. Bryan Wells, cercetător șef în NATO, *„Rareori o tehnologie individuală face diferența în luptă, este important atunci când ele sunt combinate. Pentru NATO, principalele caracteristici care determină viitorul tehnologiei în spațiul militar sunt: sisteme distribuite, digitale, interconectate și inteligente și considerăm că IA și autonomia armelor vor fi domeniile cheie pe care ar trebui să le analizăm în următorii 5 -10 ani – privind dincolo de aceasta, vedem biotehnologia și calculatoarele cuantice când vor ajunge la maturitate. Ritmul tehnologiei se accelerează, dar la fel este și amploarea tehnologiei. Fenomene care vor da naștere unor varietăți de opțiuni mai mari pentru liderii ce se vor confrunța cu probleme morale și etice”*⁵³, a afirmat el.

Iată că, fără a mai insista cu mai multe exemple, idea de a asocia tehnologii, de a combina sisteme noi cu unele mai vechi este prezentă mereu

⁵² Argonne National Labbs, <https://www.anl.gov/>

⁵³ Neil Tyler, *A revolution in military affairs*, New Electronics, 20August 2020.



în evoluția armamentului și a tehnicilor militare din vremea lui Ramses și până în prezent. În etapa actuală *noutățile tehnice* au acaparat din ce în ce mai mult ca număr și calitate mediul militar. Observăm că lucrurile au evoluat similar cu utilizarea avionicii la aeronavele de luptă. La început ea avea un rol auxiliar, cu timpul a devenit indispensabilă și apoi a luat conducerea aeronavei, pilotul devenind mai mult un manager de sisteme independente, ca apoi, în final, să fie mutat din cabină la sol. În ceea ce privește viitorul câmp de luptă am putea vedea acolo roiuri de drone, utilizate, atât ca senzori pentru culegerea de informații, cât și ca arme autonome, vehicule cu arme cu laser, rachete reutilizabile, rachete hipersonice și vehicule terestre sau navale fără pilot, autonome.

Concluzii

„Omul trebuie să aibă și prieteni și dușmani. Prietenii îl învață ce trebuie să facă, iar dușmanii îl obligă să facă ce trebuie.”

Nicolae Iorga

Situația geo - politică și prognozele politice actuale nu arată la nivel global un viitor atât de luminos, cum se credea la sfârșitul secolului XX. Conflictele interstatale, religioase și etnice nu au dispărut, ele s-au multiplicat și diversificat, acoperind o multitudine de zone geografice și antrenând nu numai mari puteri, dar și mercenari, forțe paramilitare și grupuri de populație înarmată. În plus varietatea armamentului utilizat în conflicte este absolută, de la arme de foc din Al Doilea Război Mondial la lasere, tunuri ambarcate aerian și comunicare prin sateliți. Rezultă că dezvoltarea tehnologiilor militare este necesară și s-au definit anumite direcții clare. Dar tot la o analiza a situației generale se constată că aplicarea conceptelor RMA este în toată lumea întârziată de anumiți factori specifici organizațiilor militare.

Primul factor este cunoscut de mult timp. Încă din anul 1929, lt.-col. american J. L. Schley, scria: „*S-a spus la modul critic de multe ori că există o tendință în multe armate de a petrece timpul de pace studiind cum să lupte conform ultimului război purtat*”. Acest mod tradiționalist de a privi lucrurile face ca de multe ori obiectivele asumate în planurile de dotare să se concentreze, în special, pe perfecționări ale vectorilor și mijloacelor de luptă



existente (tancuri, avioane, nave de luptă), atenția nefiind îndreptată pe ideea de a găsi noi combinații care să rezolve anumite situații critice.

Alt factor de întârziere este modul complicat și relativ birocratic a abordării unui nou sistem de luptă din tehnica militară. Întocmirea detaliată a cerințelor, a caietelor de sarcini și contractarea prin licitații (contestate sau nu), urmând apoi testarea de prototip și trecerea la producția de serie durează în toate statele foarte mult timp, cuprinde numeroase iterări și practic face ca efectul de noutate să fie alterat. În plus se adaugă pe lângă aceste chestiuni de organizare tipică, mișcarea documentelor ce trebuie aprobate ierarhic la mai multe niveluri. Este o realitate faptul că, în mod inerent proiectele de cercetare durează totdeauna mai mult decât s-a preconizat și costă și mai mult.

Un al treilea factor este o doză de neîncredere a factorilor de decizie în performanțele noile invenții și lipsa de colaborare permanentă cu zona de cercetare științifică. Experiența a arătat că numai printr-o colaborare permanentă, crearea de grupe și instituții mixte de cercetare militară și producție se pot obține succese, iar exemplele menționate în articol demonstrează cu fapte acest lucru.

Un ultim factor ce determină reticențe în introducerea de arme noi, de sisteme noi și de sintetizarea datelor este costul ridicat pentru pregătirea personalului din structurile militare, aducerea lui la nivelul necesităților și crearea unor capacități proprii de antrenament. Armata a devenit acum o armată de profesioniști și o imensă școală permanentă cu diferite programe și nivele. Folosirea limbii engleze la un nivel ridicat în convorbiri, scris și citit este deja o condiție necesară la nivelul întregului personal, la fel și cunoștințele în domeniul tehnicii de calcul.

Trebuie totodată să urmărim implicațiile schimbărilor tehnologice militare nu numai la nivelul marilor puteri sau coaliții. Există multe documente și studii privind conceptul de RMA aplicabil la state mai mici (de exemplu Israel, Elveția, Taiwan, Coreea de Sud, Singapore)⁵⁴ și un grad de aplicabilitate pentru fiecare țară⁵⁵.

⁵⁴ Michael Raska, *Military innovation in small states: creating a reverse asymmetry*, 2015.

⁵⁵ Bernard Loo, *Military Transformation and Strategy: Revolution in Military Affairs and Small States*, New York: Routledge, 2009.



Prioritățile pentru un stat de mărime mediu ar fi⁵⁶:

- Posibilitatea de a detecta din timp amenințărilor posibile prin colectarea și interpretarea de informații la toate nivelele de la cele mai simple la cele mai sofisticate;
- Cooperarea cu organizații militare puternice și integrarea forțelor militare proprii în alianțe, inclusiv dotarea cu armament modern și efectuarea de antrenamente integrate complexe;
- Dezvoltarea unui sistem de protecție la atacuri cibernetice și crearea de rețele sigure, disipate și redundante;
- Pregătirea specializată a forțelor proprii de toate categoriile pentru forme de război neconvenționale sau hibride.

Problema costurilor pentru a avea o armată modernă și echipată corespunzător este esențială și valoarea alocată din PIB pentru Ministerul Apărării spune multe despre ce și cum acționează statul respectiv. Pe lângă aceste elemente economice contează și voința politică a guvernanților țării respective, interesul lor în politica de apărare și participarea în alianțe.

În comparație cu abordarea militară a dezvoltării unui produs observăm că produsele comerciale cu grad mare de noutate au o filieră de dezvoltare foarte diferită. Ele sunt concepute, în general, în colective mici, fără a da multe informații în exterior, pe baza unui proiect simplu, valorificând intens o anumită nouă posibilitate tehnică, apoi produsele în serie mică sunt aruncate direct pe piață și aceasta hotărăște succesul și numărul de exemplare ce trebuie produs. Dacă ne gândim de exemplu că de la fotografiile alb - negru pe hârtie s-a trecut la fotografiile color, apoi la fotografierea digitală cu aparate electronice specializate și la pozele făcute acum cu orice telefon, vedem că timpul nu iartă și înlătură orice tehnologii învechite. La fel nu trebuie să uităm că diverse aplicații software au o viață extraordinar de scurtă, că ele se perfecționează sau nu și că sunt, pe de altă parte, pentru rapiditate concepute și verificate de un personal super dotat și plătit corespunzător. Apoi iarăși piața liberă și globalizată hotărăște rezultatele. Acest mod de lucru și producția de masă determină și contribuie la succese comerciale, la amortizarea rapidă a investițiilor și la recuperarea

⁵⁶ C. Dale Walton (2009), A Review of “*Military Transformation and Strategy: Revolutions in Military Affairs and Small States*”, *Comparative Strategy*, 28:3, 290-291, DOI: 10.1080/01495930903025359.



lor de multe ori. De aceea varianta utilizării de produse *ON THE SHELF* din domeniul civil în domeniul militar este benefică și scutește multe costuri. Evident există și un risc, deoarece dacă produsul este pe piață atunci este accesibil pentru toată lumea.⁵⁷

Cooperarea europeană joacă un rol important și multe obiective de tehnologizare și inovare se pot realiza prin programele cadru internaționale. Țările din Europa trebuie să dezvolte așa - numitul „*triunghi al cunoașterii*” – adică interacțiunea dintre cercetare, educație și inovație. Există acum programe de mare amploare cum ar fi Horizon 2020, programul cadru de cercetare și inovare al Uniunii Europene și noi organizații cum este Institutul European de Inovare și Tehnologie (EIT) creat de Uniunea Europeană în 2008, pentru a consolida capacitatea de inovare a Europei.

Concluzia directă este că trebuie să ne pregătim din punct de vedere al dotării tehnice și din punct de vedere a pregătirii instituțiilor, a personalului calificat pentru a îndeplini obiective proprii conform specificității noastre și a celor cuprinse în Strategia de Apărare a României.⁵⁸ În istoria țării au existat situații când o anumită necesitate trebuia rezolvată rapid și urmărind doar soluționarea unei probleme stringente se uită apoi perspectiva. Înainte de cel de-Al Doilea Război Mondial s-a produs în țară, într-un moment complicat politic, dar în timp scurt și cu cheltuieli minime, avionul de luptă IAR - 80. El era absolut necesar țării, deoarece alte firme din străinătate, din diverse motive politice sau economice, nu mai livrau avioane sau motoare de avion. A fost un succes național și ca voință politică și ca realizare inginerească din punct de vedere al performanțelor sale, în plus a fost și produs în număr mare participând la război. Din păcate din motive independente de voința noastră programele naționale de aviație nu s-au putut continua, urmând o întrerupere esențială de zeci de ani și pierderea experienței acumulate. De aceea eforturile făcute în trecut de realizare a programelor de aviație, navale de mijloace terestre trebuie menținute pentru a avea resurse la nivel național și eventual pentru a participa decent și la cooperări pe piața externă.

⁵⁷ *Security, Strategy and Military Change in the 21st Century Cross- regional perspectives*, Edited by Jo Inge Bekkevold, Ian Bowers and Michael Raska.

⁵⁸ Strategia Națională de Apărare a Țării 2015-2019, disponibil la https://www.-presidency.ro/files/userfiles/Strategia_Nationala_de_Aparare_a_Tarii_1.pdf.



Henri Coandă a spus pe bună dreptate „Viitorul este suma pașilor pe care îi faci, inclusiv a celor mici, ignorați sau luați în râs.”

BIBLIOGRAFIE

- ARQUILLA and R., “Cyberwar is Coming,”
- BERNARD L., *Military Transformation and Strategy: Revolution in Military Affairs and Small States*, New York: Routledge, 2009.
- BOGART C. H., "German Remotely Piloted Bombs" United States Naval Institute Proceedings November 1976, pp.62 - 68.
- BROWN L., *A Radar History of World War II*, Inst. of Physics Publishing, 1999.
- Carl Von Clausewitz, *Despre război*.
- CHAPMAN G., *An introduction in Revolution in Military Affairs*, XV Amaldi Conference 2003, papers/XV.
- CIUCA NI, *Roles of Alliances and Coalitions in the War on Terrorism*, U.S. Army War College, PENNSYLVANIA, 2006.
- CUMMINGS M. L., *Artificial Intelligence and the Future of Warfare*, Research Paper for International Security Department and US and the Americas Programme , January 2017.
- DEGERATU C., TUDOSE M., VĂDUVA G. - *Război, cunoaștere, adevăr*, Editura Nemira, București, 2012.
- DYNDAL G. L.; BERNTSEN, T. A., SIGRID R. - J., , *AUTONOMOUS MILITARY DRONES - No Longer Science Fiction - Romanian Military Thinking*. Apr-Jun 2017, Issue 2.
- FUKAYAMA F., *The End of History and the Last Man*. New York: Avon books inc,1992.
- GLYN D. B. W. -*Predators: The CIA's Drone War on al Qaeda*, 2013.
- G-ral dr. MUREȘAN M., g-ral de brig. (r) dr. VĂDUVA G., *Războiul viitorului, viitorul războiului*, Editura Universității Naționale de Apărare, București. 2004.
- JACOBSEN A., *Pentagon's Brain* , Copyright © 2015 Anne M. Jacobsen.
- JOSHI A., *A holistic view of the revolution in military affairs (RMA)*. Strategic Analysis, 22(11), 1999.



- O'HANLON M., *Technological Change and the Future of Warfare*, Washington D.C, 2000.
- RASKA M., *Military innovation in small states: creating a reverse asymmetry*, 2015.
- REBMAN R. C., FULTON'S R., *Steamboat*, Compass Point Books, 2007.
- Sun Tzu, *Arta războiului*, Colecția „Istoria ideilor politice”.
- THUCIDIDE, (cca 460 - 396 î.e.n.), un om politic și istoric atenian, autor a unei vaste monografii asupra Războiului Peloponesiac, desfășurat între Atena (ajutată de Liga de la Delos) și Sparta.
- TYLER N., *A revolution in military affairs*, New Electronics, 20 August 2020.
- VĂDUVA G., *Principii ale războiului și luptei armate - realități și tendințe*, Universitatea Națională de Apărare, Centrul de Studii Strategice de Apărare și Securitate, București, 2003.
- WALTON C. D., (2009)- A Review of “*Military Transformation and Strategy: Revolutions in Military Affairs and Small States*”, *Comparative Strategy*, 28:3, 290-291, DOI: 10.1080/01495930903025359.
- Argonne National Labs, <https://www.anl.gov/>
- ARTIFICIAL INTELLIGENCE: EUROPEAN R&D STRATEGIES, contribute by Julie Autuly.
- Autonomic Logistics Information System (ALIS), LM, www.defensenews.com (Valerie Insinna).
- Israel special - IAI's Harop ups the stakes on SEAD missions". Archived from the original on 2020-10-31.
- Military News, *Rise of the Machines: AI Algorithm Beats F-16 Pilot in Dogfight*, 24 August 2020.
- Russia's Tactical Missiles Corporation Upgrading VA-111 Shkval Supercavitating Torpedo". *Navy Recognition*. 22 August 2016.
- Security, Strategy and Military Change in the 21st Century Cross- regional perspectives*, Edited by Jo Inge Bekkevold, Ian Bowers and Michael Raska.
- Strategia Națională de Apărare a Țării 2015-2019, https://www.presidency.ro/files/userfiles/Strategia_Nationala_de_Aparare_a_Tarii_1.pdf.
- The National Artificial Intelligence, research and development strategic plan: 2019 update, a report by the select committee on artificial intelligence of the national science & technology council, June 2019, USA.