



SUPREMAȚIA ÎN SPECTRUL ELECTROMAGNETIC

Colonel (rtr.) prof. univ. dr. Gheorghe BOARU

Academia Oamenilor de Știință din România

Dr. Adrian-Cristian DAVID

Ministerul Apărării Naționale

10.55535/GMR.2024.2.2

Supremacy in the electromagnetic spectrum provides additional options and increased flexibility in any competition, even other than military conflicts, in addition to greater control of the scale of escalation. It gives policy makers and military leaders the decision space to manage events in real time while denying equivalent decision space to adversaries. At the same time, supremacy in the electromagnetic spectrum requires the collection, analysis and validation of robust information in the following key areas: electromagnetic spectrum sensors, communications, data links, radars, jamming, directed energy and infrared systems, engineering data describing the performance, characteristics and signature information of associated equipment, weapons and platforms, combat support data and modelling and simulation support. The authors describe these topics through a detailed analysis of the importance and role of supremacy in the electromagnetic spectrum.

Keywords: electromagnetic spectrum; electromagnetic environment; electronic supremacy; electronic surprise; electronic warfare;



INTRODUCERE

Studiul importanței supremației în *spectrul electromagnetic (EMS/Electromagnetic Spectrum)* în cadrul acțiunilor militare moderne constituie o componentă esențială a științei și artei militare contemporane. De aceea, în toate armatele moderne, obținerea supremației în spectrul electromagnetic este urmărită cu consecvență în toate fazele conflictelor militare, pe timpul crizelor și chiar la pace.

Putem afirma că spectrul electromagnetic transcende granițele geopolitice, ceea ce face necesară utilizarea, precum și disponibilitatea acestuia în exercitarea guvernării și securității, în desfășurarea comerțului și a altor activități sociale. Prin urmare, specialiștii în domeniul spectrului electromagnetic trebuie să ofere autorităților naționale, factorilor de decizie politică și celor din cadrul militar opțiuni flexibile și sigure privind utilizarea acestuia. Națiunile trebuie să dețină superioritatea EMS pentru a asigura libertatea de acțiune în toate domeniile și pentru a interzice sau a limita același lucru în cazul adversarilor lor. De asemenea, trebuie să existe o integrare deliberată a războiului electronic tradițional, a activităților cyber și de management al spectrului în toate domeniile și în toate mediile operaționale: „Războiul electronic este desfășurat în domeniul electromagnetic operațional pentru a asigura libertatea de acțiune a forțelor proprii și aliate în toate domeniile, concomitent cu interzicerea acestuia adversarilor” (David, 2021).

Ca o consecință a descoperirilor din fizică și electronică, dezvoltarea și perfecționarea tehnicii de luptă convenționale urmează calea creșterii puterii de distrugere, a măririi flexibilității în acțiune și a cadenței de tragere, de sporire a distanțelor, vitezei și preciziei loviturilor, precum și a ameliorării condițiilor de exploatare, întreținere și reparații.

Saltul de la automatizare la cibernetizarea unor elemente ale tehnicii de luptă și, apoi, la realizarea sistemelor de armament a fost determinat de evoluția electronicii și ciberneticii. Etapa următoare o reprezintă integrarea sistemelor automatizate pentru comandă

„Războiul electronic este desfășurat în domeniul electromagnetic operațional pentru a asigura libertatea de acțiune a forțelor proprii și aliate în toate domeniile, concomitent cu interzicerea acestuia adversarilor”.



Utilizarea
electronicii și
informaticii la
navale de luptă
moderne a
generat sporirea
manevrabilității,
creșterea
siguranței
apărării
apropiate,
conducerea
automatizată în
luptă și mărirea
puterii de foc,
a preciziei
și rapidității
calculului
elementelor de
tragere.

și control și a sistemelor de armament în sisteme cibernetice flexibile, adaptabile la schimbările și la ritmul acțiunilor de luptă.

Datorită performanțelor obținute în domeniile microelectronicii, optoelectronicii și tehnicii laserului, evoluția cea mai spectaculoasă au avut-o sistemele de conducere a focului. Sistemele moderne de conducere a focului, lucrând în diferite regimuri (automat, semiautomat, manual, mixt sau de avarie), sunt capabile să asigure determinarea și calcularea parametrilor țintei, a parametrilor proprii, a corecțiilor balistice datorate muniției folosite și a condițiilor reale de tragere, astfel încât să asigure maximum de probabilitate de descoperire și de lovire a țintei.

În prezent, descoperirea țintelor și, în special, detectarea și identificarea acestora depind în întregime de echipaje, ajutate de sesizoare electrooptice și de alte dispozitive special destinate. Această activitate este îngreunată de utilizarea tot mai extinsă a mascării, a țintelor false și, de multe ori, de volumul imens de informații care trebuie analizate în timpul foarte scurt avut la dispoziție până la deschiderea și executarea focului. Ca atare, devine tot mai necesară extragerea țintelor dintr-un mediu complex și cu bruij puternic, cu o certitudine mai mare și mult mai rapid decât în anii anteriori.

IMPORTANȚA FOLOSIRII SPECTRULUI ELECTROMAGNETIC

La momentul actual, se pune un accent destul de redus pe dirijarea aviației de la sol prin prelucrarea manuală a datelor de radiolocație, prin dirijarea clasică a aviației la obiective, folosind legături necodificate. Orientarea către înzestrarea aeronavelor cu sisteme de navigație autonome sau integrate în sisteme automatizate pentru comandă și control, cu puncte de comandă aeropurtate, cu sisteme automatizate de culegere, prelucrare și afișare a datelor, precum și cu sisteme de armament modern a condus la succese deosebite ale acțiunilor aeriene.

Utilizarea electronicii și informaticii la navele de luptă moderne a generat sporirea manevrabilității, creșterea siguranței apărării apropiate, conducerea automatizată în luptă și mărirea puterii de foc, a preciziei și rapidității calculului elementelor de tragere. Completată cu mijloace specifice de cercetare și interpretare a datelor, aparatura numerică de navigație și de conducere a navelor,

precum și interconectarea acestora în sistemele de comandă, control, informații și contramăsuri electronice vor asigura creșterea eficacității în operațiile navale.

În actualele condiții ale câmpului de luptă, problema principală este menținerea unui ritm intens de desfășurare a acțiunilor militare. Pentru satisfacerea acestei condiții primordiale, este necesar să se asigure, în primul rând, continuitatea conducerii trupelor, iar în al doilea rând, corelația temporală dintre ritmul acțiunilor de luptă și timpul la dispoziție pentru pregătirea acestora.

Putem considera că realizarea continuității conducerii este, în principal, o problemă de asigurare informațională. De aceea, se pune un accent deosebit pe implementarea și utilizarea eficientă a componentelor ISR (intelligence, reconnaissance, surveillance), urmărindu-se:

- proiectarea unor sisteme integrate de culegere și prelucrare a datelor și de informare în timp real a structurilor decidente;
- complexitatea informațiilor obținute, veridicitatea și oportunitatea acestora prin cumulara datelor culese de întreaga gamă de senzori;
- interconectarea sistemelor de conducere a focului.

Sistemele informatice militare asigură culegerea, conversia, transmiterea, memorarea, prelucrarea datelor, precum și distribuirea rezultatelor la beneficiari, realizând, la toate nivelurile de conducere, o reprezentare accesibilă unei însușiri rapide, corecte și cât mai complete a situațiilor tactice, astfel încât structurile decizionale să poată emite un răspuns imediat și eficace privind angajarea oportună în acțiune a forțelor și mijloacelor disponibile. Funcționarea sistemelor informatice presupune circulația informațiilor într-un volum și cu o viteză corespunzătoare posibilităților mijloacelor de prelucrare automată a datelor și a celor de comunicații conectate în sistemul informațional.

Componentele electronice încorporate în elementele de tehnică militară permit utilizarea acestora cu o eficiență ridicată, devenind indispensabile în descoperirea obiectivelor adversarului atât ziua, cât și noaptea, asigurând lovirea lor cu precizie deosebită. Noile categorii de muniții au rezultat prin integrarea unor tipuri moderne de senzori în echipamente realizate în domeniile computerizării,



GÂNDIREA
MILITARĂ
ROMÂNEASCĂ

În actualele
condiții ale
câmpului de
luptă, problema
principală este
menținerea
unui ritm intens
de desfășurare
a acțiunilor
militare. Pentru
satisfacerea
acestei condiții
primordiale,
este necesar
să se asigure,
în primul rând,
continuitatea
conducerii
trupelor, iar
în al doilea
rând, corelația
temporală
dintre ritmul
acțiunilor de
luptă și timpul la
dispoziție pentru
pregătirea
acestora.



În cadrul conflictelor militare s-a produs o deplasare profundă și spectaculoasă a efortului către latura informațională, s-a accentuat lupta pentru supremație în folosirea spectrului electromagnetic, ca mediu și suport al obținerii, transmiterii și utilizării eficiente a informației.

microcomunicațiilor, laserelor și radiațiilor în infraroșu, ceea ce a condus la obținerea sistemelor de autoghidaj pentru rachete, bombe, torpile etc., cu o precizie semnificativă în lovirea țintelor.

În condițiile actuale, perspectiva desfășurării conflictelor armate, cunoașterea și stăpânirea utilizării spectrului electromagnetic în situații de criză și război au devenit un factor important în obținerea succesului. În cadrul conflictelor militare s-a produs o deplasare profundă și spectaculoasă a efortului către latura informațională, s-a accentuat lupta pentru supremație în folosirea spectrului electromagnetic, ca mediu și suport al obținerii, transmiterii și utilizării eficiente a informației.

În aceste condiții, războiul electronic a devenit o componentă de bază a acțiunilor militare moderne. El constituie o parte semnificativă a strategiei militare, concentrându-se asupra cercetării și neutralizării elementelor electronice de bază ale adversarului: „Războiul electronic, într-un context foarte general, trebuie perceput ca o interacțiune continuă între mijloacele și sistemele electronice proprii și cele ale adversarului. În acest sens, istoria militară a dovedit că întotdeauna descoperirea și folosirea în luptă a unui sistem electronic nou a determinat adversarul să inițieze cercetări științifice în domeniu pentru dezvoltarea unui sistem de contra-acțiune electronică, părțile în conflict angajându-se, astfel, într-un proces continuu (și, uneori, benefic) de perfecționare a tehnicii de luptă” (Boaru, David, 2022, p. 18).

CONCEPTUL DE SUPREMAȚIE ELECTRONICĂ – ROL ȘI IMPORTANȚĂ

Acțiunile militare moderne se desfășoară deopotrivă în spațiul fizic, determinat de cele trei dimensiuni clasice (lungime, lățime și înălțime), și în șase medii: terestru, naval, aerian, cosmic, cibernetic și electromagnetic. Această bivalență a proceselor și fenomenelor electromagnetice (privite ca spațiu și mediu), completată de amploarea exploziei tehnologice, determină aprecierea că s-ar contura o a patra dimensiune a acțiunilor.

Între acțiunile cinetice, care se desfășoară în cele trei dimensiuni ale spațiului fizic, se stabilesc anumite relații, dintre care unele sunt de mare importanță pentru subiectul abordat. Astfel, extraordinara forță

pe care, începând din cel de-Al Doilea Război Mondial, a dobândit-o aviația face ca, în războiul modern, să nu poată fi realizate operații de un anumit nivel, atât terestre, cât și navale, fără a se realiza securitatea și protecția împotriva acestei categorii de forțe. Această regulă este atât de determinantă, încât a dus la abandonarea termenilor istorici de „război sau bătălie terestră”, „bătălie aeriană”, respectiv „război sau bătălie navală” în favoarea termenilor de bătălie „aeroterestră” și „aeronavală”. A apărut, astfel, conceptul de *superioritate aeriană*, adică necesitatea de a cuceri și a domina cea de-a treia dimensiune a spațiului fizic înainte de cucerirea și stăpânirea celorlalte două dimensiuni.

Acțiunile cinetice care se realizează în spațiul fizic, natura generică a amenințării, istoria ca factor fundamental al configurației actuale și necesitatea de a cuceri și de a domina secvențial cele trei dimensiuni ale sale, pentru asigurarea victoriei totale asupra adversarului, configurează spațiul fizic actual al acțiunilor tactice și operative ale confruntării armate. Obținerea și, ulterior, menținerea supremației (superiorității) în mediile enunțate anterior implică asigurarea unui caracter continuu, activ și integrat al tuturor acțiunilor.

Nuanțarea „superiorității” prin utilizarea termenului superlativ de „supremație” face posibilă exprimarea graduală a diferenței dintre părțile aflate în conflict, de la nivelul unor rapoarte de forțe calculabile și comparabile (în cazul „superiorității”) la cel al exprimării decalajului evident de valoare (în cazul „supremației”). Rezultă că lupta pentru „superioritate” poate fi dusă de adversari comparabili cantitativ și/sau valoric, în timp ce lupta pentru „supremație” este, cu siguranță, apanajul puterilor militare.

Este deja de notorietate influența decisivă a tehnicii asupra transformării spațiului fizic al acțiunilor de luptă. Aplicarea la scenariul războiului actual a unei largi game de tehnici și tehnologii electronice a atins o extindere și o importanță atât de generalizate, încât a condus la apariția denumirii de *spațiu electromagnetic* și integrarea lui în mediile de confruntare militară. Aceasta, ca formă particulară de manifestare a materiei (undă și corpuscul), legată de dimensiunile spațiului fizic și de mediile de confruntare militară, se caracterizează printr-o natură diferită de a celor prezentate anterior.



GÂNDIREA
MILITARĂ
ROMÂNEASCĂ

Acțiunile cinetice care se realizează în spațiul fizic, natura generică a amenințării, istoria ca factor fundamental al configurației actuale și necesitatea de a cuceri și de a domina secvențial cele trei dimensiuni ale sale, pentru asigurarea victoriei totale asupra adversarului, configurează spațiul fizic actual al acțiunilor tactice și operative ale confruntării armate.



Putem defini spațiul electromagnetic ca domeniul de existență al fenomenelor cu caracter electronic și electromagnetic, care sunt utilizate în lupta actuală pentru: schimbul de date și informații; culegerea de informații; radionavigație, dirijare și lovire.

Putem defini spațiul electromagnetic ca *domeniul de existență al fenomenelor cu caracter electronic și electromagnetic*, care sunt utilizate în lupta actuală pentru:

- schimbul de date și informații (în general, C2);
- culegerea de informații (ISR);
- radionavigație, dirijare și lovire.

Importanța acestui spațiu de luptă nu este secundară. De cele mai multe ori, în acest cadru se circumscrie acțiunea destinată inactivării sistemului de comandă și control al adversarului.

Spațiul electromagnetic este definit ca un spațiu cu mai multe caracteristici. În primul rând, deși, din punct de vedere cronologic, spațiul electromagnetic ca dimensiune a câmpului de luptă este anterior spațiului aerian, acesta din urmă a ajuns la maturitate mai rapid decât mediul fundamental al acțiunilor de luptă, în Al Doilea Război Mondial, acțiunile aviației și ale sistemelor antiaeriene având un caracter mult mai relevant și decisiv decât acțiunile de război electronic.

Acțiunile de război electronic executate în conflicte armate ulterioare celui de Al Doilea Război Mondial pot fi considerate consecințe istorice ale cercetărilor încununate de rezultate spectaculoase din perioada 1939-1945. Cu toate că războiul electronic își regăsește începuturile în anul 1905 (conflictul ruso-japonez), se poate considera că prima bătălie în care dominarea practică a spațiului electromagnetic a determinat obținerea victoriei a fost, probabil, bătălia Atlanticului, în care măsurile electronice de luptă antisubmarin le-au permis britanicilor și americanilor să distrugă submarinele germane pe baza mesajelor radio în înaltă frecvență, pe care acestea le transmiteau zilnic la bazele lor. Fiecare dintre conflictele armate ulterioare a dus la configurarea din ce în ce mai accelerată a spațiului electromagnetic în postura de componentă a spațiului de luptă care trebuie cucerită și dominată înainte de bătălia propriu-zisă, pentru obținerea succesului militar.

Pe de altă parte, spațiul electromagnetic constituie mediul în care se produc și evoluează semnalele electronice și/sau electromagnetice. Din punct de vedere cinetic, se cuceresc și se ocupă cele trei dimensiuni ale spațiului fizic. Spațiul electromagnetic se cucerește, se domină și se folosește în beneficiul trupelor proprii prin utilizarea semnalelor. Mai mult, spațiul electromagnetic determină o amenințare particulară,

diferită de amenințarea comună cu distrugerea fizică, pe care însă nu o exclude: „Distrugerea sau suprimarea fizică a apărării electronice reprezintă acțiunea distructivă de război electronic ce presupune angajarea armelor care folosesc energie electromagnetică directă sau armamentul dirijat pe fascicul electromagnetic, în scopul scoaterii din luptă sau al deteriorării echipamentelor electronice ale adversarului” (Joint Publication 3-13.1, 2012, p. IV-6).

Amenințarea electromagnetică este o amenințare specifică sistemelor ISR, care afectează numai dispozitivele electronice implicate în comunicații și obținere de date și informații. Conform surselor consacrate domeniului, dar și celor mai recente publicații apărute, se apreciază că avertismentele imediate cu privire la amenințări și actualizări privind țintele sunt asigurate de SIGINT (Signals Intelligence), care este alcătuit din două componente: ELINT (Electronic Intelligence) și COMINT (Communications Intelligence). Astfel, „ELINT reprezintă informații despre amenințările inamicului și capacitățile sistemelor, cum ar fi radarele, sistemele de rachete sol-aer și legăturile de date non-voce. Furnizează, de asemenea, informații precise despre locație. Cu toate acestea, este susceptibil la înșelare și are dezavantajul că poate intercepta semnale doar pe linia vederii directe. COMINT furnizează informații despre intențiile inamicului și ajută la determinarea structurii de comandă și control a inamicului. Pentru comandanții militari tactici, operațiunile SIGINT includ o capacitate dinamică de actualizare în faza de execuție a operațiilor militare, în special în sprijinul direct al aeronavelor de luptă” (Wildenberg, 2023, pp. XV-XVI).

Necesitatea de a domina spațiul electromagnetic, adică de a deține superioritatea electromagnetică, devine evidentă dacă se iau în considerare următoarele argumente:

- obținerea libertății de acțiune și asigurarea capacității de execuție sunt grav compromise în eventualitatea inactivării elementelor C2;
- surprinderea, securitatea, coordonarea și flexibilitatea sunt dificil de implementat în cazul existenței unui spectru electromagnetic ostil;
- importanța definirii țintei, orice element al domeniului ISR fiind de greu de înlocuit, indiferent de momentul acțiunii;



GÂNDIREA
MILITARĂ
ROMÂNEASCĂ

„ELINT reprezintă informații despre amenințările inamicului și capacitățile sistemelor, cum ar fi radarele, sistemele de rachete sol-aer și legăturile de date non-voce. Furnizează, de asemenea, informații precise despre locație. Cu toate acestea, este susceptibil la înșelare și are dezavantajul că poate intercepta semnale doar pe linia vederii directe”.



Războiul electronic, spre deosebire de lupta cinetică, este o confruntare unidirecțională. Structurile de război electronic reprezintă întotdeauna agresorul. Ele duc acțiuni ofensive, inclusiv pentru căutarea, prelucrarea și diseminarea informațiilor obținute.

- importanța și, mai ales, volumul amenințării electronice și electromagnetice au crescut considerabil, ele putându-se materializa în:
 - capacitatea de detectare, de interceptare și de goniometrare radio pe care o pot oferi platformele aeriene sau aerospațiale;
 - perturbarea semnalelor proprii de către adversar;
 - pericolul continuu al dezinformării electronice;
 - amenințarea cu distrugerea fizică pe care radiațiile o pot provoca dispozitivelor electronice (există posibilitatea de a concentra suficientă energie electromagnetică pentru a provoca distrugerea de la distanță a oricărui tip de mijloace).

Lupta pentru superioritatea electromagnetică stimulează dinamica conceptelor, formelor și procedeele de întrebuințare a forțelor, apariția noilor arme și specialități. Amploarea, diversitatea, subtilitatea, confidențialitatea și eficiența acțiunilor din spațiul electromagnetic au determinat elaborarea unui nou concept de dezvoltare a războiului electronic. Acesta descrie și evidențiază o confruntare specifică, utilizând ca formă de acțiune semnalele electronice și electromagnetice în cele mai noi conflicte.

Se poate afirma că războiul electronic, spre deosebire de lupta cinetică, este o confruntare unidirecțională. Structurile de război electronic reprezintă întotdeauna agresorul. Ele duc acțiuni ofensive, inclusiv pentru căutarea, prelucrarea și diseminarea informațiilor obținute. Sistemele electronice sunt întotdeauna ținte ale structurilor de război electronic. Ele pun în aplicare măsuri de protecție electronică, apte să protejeze din punct de vedere electronic/electromagnetic semnalele proprii.

Există studii și preocupări științifice interesante de explorare a realităților practice care decurg din utilizarea geolocalizării pentru războiul electronic în sistemele din lumea reală. Astfel, interesează inclusiv poziția țintei, erorile în poziția senzorului, orientarea sau viteza și impactul măsurărilor repetate în timp. Problemele care pot fi rezolvate au relevanță directă pentru localizarea și urmărirea cu precizie a UAV-urilor, avioanelor și navelor (O'Donoghue, 2022).

O altă caracteristică importantă constă în faptul că semnalele sunt generate în spațiul electromagnetic, în timp ce echipamentele și dispozitivele care le produc se află în spațiul fizic. În consecință, sistemele de război electronic, la fel ca și sistemele de comunicații și cele ISR, sunt supuse atât amenințării cinetice, având ca efect distrugerea fizică, specifică spațiului fizic, cât și amenințării specifice de suprimare electromagnetică, mult mai comună spațiului electromagnetic. Astfel, capacitatea de reziliență a eșaloanelor operative și tactice, care exploatează aceste sisteme, este întotdeauna legată de această dublă amenințare: „Acțiunile de război electronic, în special la nivel tactic, pot fi utilizate eficient pentru a reduce eficacitatea unui adversar” (Poisel, 2013, p. 1).

Superioritatea electronică poate fi definită ca fiind diferența dintre nivelul cantitativ și calitativ al adversarilor care se confruntă în spațiul electromagnetic. Prin extensie, rezultă că supremația electronică reprezintă momentul în care unul dintre adversari deține o superioritate netă în mijloace de război electronic (în special de atac electronic), având asigurate inițiativa și posibilitatea desfășurării acțiunilor sale în spațiul electromagnetic, fără o ripostă puternică, în timp ce adversarul său nu poate acționa sistematic și organizat cu mijloacele electronice proprii.

În confruntările militare moderne, supremația electronică se obține prin dobândirea supremației în spațiul electromagnetic, acesta fiind un factor esențial al succesului acțiunilor desfășurate în toate mediile: „În radarele moderne, filtrarea, detectarea și procesoarele de semnal și date sunt implementate folosind tehnici digitale” (De Martino, 2018, p. 39).

În funcție de extinderea în timp, în spațiu și în spectrul electromagnetic, supremația electronică poate fi:

- *strategică* (cuprinzând întregul teatru al acțiunilor militare, pe întreaga durată a operațiilor strategice, și întregul spațiu electromagnetic utilizat de părțile aflate în conflict);
- *operativă* (cuprinzând zone importante din teatrul acțiunilor militare, perioade de timp îndelungate și benzi de frecvență largi, dar compartimentate);
- *tactică* (cuprinzând raioane, perioade de timp și un spectru de frecvențe limitat, dar suficient pentru o acțiune de nivel tactic).



GÂNDIREA
MILITARĂ
ROMÂNEASCĂ

Supremația electronică reprezintă momentul în care unul dintre adversari deține o superioritate netă în mijloace de război electronic (în special de atac electronic), având asigurate inițiativa și posibilitatea desfășurării acțiunilor sale în spațiul electromagnetic, fără o ripostă puternică, în timp ce adversarul său nu poate acționa sistematic și organizat cu mijloacele electronice proprii.



Lupta pentru obținerea și menținerea supremației electronice cuprinde:

- neutralizarea mijloacelor electronice ale adversarului, inclusiv prin distrugerea lor fizică;
- protecția electronică a forțelor proprii;
- păstrarea inițiativei în gestionarea spațiului electromagnetic;
- asigurarea *surprinderii electronice* a adversarului și prevenirea producerii acesteia de către adversar în rândul forțelor proprii.

Supremația în spațiul electromagnetic se poate obține, chiar și atunci când nivelul tehnologic nu este unul foarte ridicat, prin:

- identificarea și gestionarea corectă a amenințărilor în spațiul electromagnetic;
- asigurarea funcționării ireproșabile a tehnicii de comunicații și de război electronic;
- rechiziționarea unor categorii performante de tehnică de la alți utilizatori (inclusiv tehnică performantă capturată);
- managementul abil al spațiului electromagnetic, în spectru și în timp, în folosul forțelor proprii, prin:
 - planificarea riguroasă a tuturor emisiilor;
 - gestionarea strictă a regimului de putere;
 - organizarea minuțioasă a traficului radio;
 - folosirea simultană a mai multor game de frecvență;
 - colaborarea strânsă dintre structurile abilitate să folosească spațiul electromagnetic;
 - exercitarea unui control competent și eficient atât în plan administrativ, cât și în plan operațional;
 - executarea ireproșabilă a lucrului în spațiul electromagnetic de către toți utilizatorii și folosirea eficientă a frecvențelor alocate;
 - nivelul ridicat de pregătire a personalului;
 - integrarea acțiunilor din spațiul electromagnetic în toate operațiile și asigurarea unui sprijin eficient și complementar între structuri, arme și specialități.

Cu toate acestea, pentru obținerea supremației electronice, nivelul tehnologic al mijloacelor utilizate, precum și gradul de integrare al acestora în sistemele de conducere a acțiunilor de luptă rămân probleme fundamentale. Implementarea mijloacelor electronice

performante este una dintre condițiile necesare pentru asigurarea libertății de acțiune în spațiul electromagnetic și crearea premiselor de prevenire a surprinderii electronice: „*Tehnicile de război electronic de succes necesită dispozitive electronice mature, eficiente, de mare putere, de înaltă frecvență și fiabile, în care alegerea tehnologiei de activare depinde de domeniul de aplicare*” (Lambrechts, Sinha, 2017, p. 5).

Există un interes tot mai crescut în războiul electronic (EW) în spațiu datorită avantajelor strategice pe care le oferă sateliții. Ca urmare a pozițiilor lor înălțate, aceștia pot vedea o distanță mare și pot rămâne operaționali pentru perioade îndelungate. Deși sateliții pot fi atacați cinetic, există totuși dificultate în realizarea acestui lucru, deoarece sunt mici și se află departe. Acest lucru îi face valoroși ca platforme EW (Adamy, 2021).

SURPRINDEREA ELECTRONICĂ – ELEMENTUL NECESAR OBTINERII SUPREMAȚIEI ÎN SPECTRUL ELECTROMAGNETIC

Surprinderea electronică reprezintă rezultatul unei acțiuni concepute, planificate, organizate, conduse și executate astfel încât să aibă un caracter neașteptat pentru adversar, pentru care acesta să nu fie pregătit sau pentru a-l pune în situația de a identifica mai greu măsurile de contracarare necesare.

Constituind un principiu important al strategiei militare, surprinderea, în general, și surprinderea electronică, în particular, contribuie substanțial la obținerea succesului în acțiunile militare. Fiind net diferită de surprinderea realizată pe plan cinetic, prin acțiuni de luptă, surprinderea electronică are o serie de particularități, precum:

- este puternic tehnologizată, digitizată, cibernetizată, automatizată;
- depinde de o serie de fenomene și procese fizice (aspectul ondulatoriu și corpuscular al radiațiilor electromagnetice, propagarea și clasificarea undelor etc.);
- este confidențială, subtilă și, în general, eficientă;
- presupune o serioasă pregătire științifică a celor care o concep, planifică, organizează și conduc, precum și un profesionalism desăvârșit al executanților, cărora, de asemenea, li se impune o pregătire la cel mai înalt nivel;



GÂNDIREA
MILITARĂ
ROMÂNEASCĂ

Surprinderea electronică reprezintă rezultatul unei acțiuni concepute, planificate, organizate, conduse și executate astfel încât să aibă un caracter neașteptat pentru adversar, pentru care acesta să nu fie pregătit sau pentru a-l pune în situația de a identifica mai greu măsurile de contracarare necesare.



Surprinderea electronică poate fi strategică, operativă și tactică și se obține prin aplicarea riguroasă a măsurilor de mascare electronică de către toți utilizatorii spațiului electromagnetic.

- poate provoca daune mai mari decât lovirea (distrugerea) fizică a unor arme preponderent energetice (aviație, artilerie, tancuri etc.);
- acționează la distanțe și cu viteze extrem de mari, dincolo de frontiere sau liniile de contact.

Surprinderea electronică poate fi strategică, operativă și tactică și se obține prin:

- păstrarea confidențialității asupra concepției acțiunilor, în general, a celei de întrebuițare a mijloacelor electronice, în particular;
- dezinformarea adversarului privind intențiile proprii cu ajutorul *animării electronice false* a zonei de responsabilitate;
- pregătirea disimulată și declanșarea la momentul oportun a atacului electronic;
- executarea manevrelor în timp, în spațiu și în spectrul electromagnetic, precum și a atacului electronic acolo unde adversarul se așteaptă mai puțin;
- întrebuițarea unor mijloace și procedee noi de luptă, mai puțin cunoscute de către adversar;
- folosirea conjugată a efectelor produse de condițiile meteorologice grele, a întunericului, a vizibilității reduse, a terenului inaccesibil, a acțiunilor forțelor speciale etc. cu cele specifice spațiului electromagnetic;
- asigurarea unui nivel constant al traficului (lucrului) mijloacelor electronice pe tot parcursul pregătirii și desfășurării acțiunilor;
- aplicarea riguroasă a măsurilor de mascare electronică de către toți utilizatorii spațiului electromagnetic.

Pentru evitarea surprinderii electronice, este necesară o permanentă monitorizare a spațiului electromagnetic, precum și identificarea și soluționarea oportună a amenințărilor în spațiul electromagnetic (prioritar a celor imediate), menținerea unei capacități ridicate de ripostă a forțelor (în special a celor de război electronic), executarea unor acțiuni dinamice și complexe pentru acoperirea electronică a zonelor de interes și de responsabilitate, zădărnicierea acțiunilor de dezinformare electronică ale adversarului, organizarea temeinică a sprijinului și asigurării de luptă.

Controlul spectrului electromagnetic (EMS/Controlling of the electromagnetic spectrum) este crucial pentru succesul pe câmpul de luptă modern. Un exemplu poate fi următoarea situație: în 2020, Secretarul Apărării, Mark T. Esper, a scris: „Acele provocări (din partea adversarilor de nivel similar sau apropiat) au expus dependența intersecțională a forțelor SUA de EMS” (O'Donoghue, 2022, p. 1). Mai târziu, în acel document, el a introdus o schimbare organizațională semnificativă în modul în care Statele Unite trebuie să abordeze operațiile în domeniul EMS (EMSO). Aceste schimbări doctrinare și de politică subliniază ce înseamnă *tonul* pentru importanța războiului electronic (EW) ca și componentă principală a operațiilor militare moderne.

Logistica impecabilă, disciplina și conducerea fermă în utilizarea spațiului electromagnetic trebuie, de asemenea, să contribuie la prevenirea surprinderii electronice, ca premisă și element al surprinderii generale. La acest moment, realizarea surprinderii electronice este totuși dificil de realizat. Măsurile executate permanent, încă din timp de pace, de către toate armatele moderne (și nu numai) determină un nivel ridicat de dificultate în ceea ce privește realizarea acestui deziderat.

Din această perspectivă, în cadrul acțiunilor moderne ale mileniului trei, războiul electronic nu va fi cu nimic mai prejos decât forțele terestre, aviația sau marina, ale căror operații trebuie să le însoțească permanent, subtil și confidențial, ca multiplicator de putere, ca principală sursă de informații și sprijin eficient al forțelor.

CONCLUZII

Natura domeniului războiului electronic s-a schimbat în ultimii ani și se află într-o stare de schimbare accelerată. Aceste transformări importante în domeniul războiului electronic includ:

- recunoașterea mediului electromagnetic ca un spațiu de luptă distinct;
- arme electronice ghidate noi și extrem de periculoase;
- tehnologii noi, care afectează atât precizia, cât și letalitatea armelor (Adamy, 2015).

Discuțiile despre rolul acestora duc la noile arme, dar și la natura și eficacitatea măsurilor de EW pentru contracararea acestor arme.



GÂNDIREA
MILITARĂ
ROMÂNEASCĂ

În cadrul acțiunilor moderne ale mileniului trei, războiul electronic nu va fi cu nimic mai prejos decât forțele terestre, aviația sau marina, ale căror operații trebuie să le însoțească permanent, subtil și confidențial, ca multiplicator de putere, ca principală sursă de informații și sprijin eficient al forțelor.



Atât acțiunile tradiționale deschise, cât și angajarea clandestină oferă opțiuni extinse pentru partea care posedă supremația electronică. Supremația electronică oferă capacitate și acces potențial persistent la ținte cu viteze mari, unde multe alte capacități necesită timp extins, resurse și mișcări de trupe pentru a putea fi folosite.

Provocările spațiului electromagnetic depășesc cu mult spațiul de luptă militar. Spațiul electromagnetic este reutilizat pentru tehnologiile comerciale mobile de bandă largă pentru a susține creșterea economică și prosperitatea, ceea ce limitează și mai mult libertatea de acțiune în domeniul militar. Aceste tehnologii, deși reprezintă noi oportunități pentru economie, prezintă, de asemenea, noi provocări în continuumul concurenței, deoarece mediul operațional electromagnetic devine din ce în ce mai aglomerat, contestat și constrâns (într-un cuvânt, complex).

Supremația în spectrul electromagnetic necesită colectarea, analiza și validarea de informații solide a următoarelor domenii-cheie: senzorii din spectrul electromagnetic, comunicații, legături de date, radare, bruiaj, energie direcționată și sisteme cu infraroșu, date de inginerie, care descriu performanța, caracteristicile și informațiile despre semnătură ale echipamentelor, armelor și platformelor asociate, date de sprijin de luptă și suport pentru modelare și simulare.

Atât acțiunile tradiționale deschise, cât și angajarea clandestină oferă opțiuni extinse pentru partea care posedă supremația electronică. Supremația electronică oferă capacitate și acces potențial persistent la ținte cu viteze mari, unde multe alte capacități necesită timp extins, resurse și mișcări de trupe pentru a putea fi folosite.

Datorită multiplelor mijloace de cercetare de care dispune astăzi un potențial adversar, nu mai este posibilă inducerea lui în eroare prin măsuri unilaterale, fiind necesară o combinație ingenioasă a acestora, astfel încât adversarului să-i provină aceleași date false din cât mai multe surse, care să fie suprapuse măsurilor de ascundere eficientă. Pe de altă parte, „vulnerabilitățile sporesc direct proporțional cu nivelul tehnologic implementat în construcția și funcționarea echipamentelor (mai ales digitale)” (David, 2021).

Putem conchide că supremația electronică aduce avantaje importante oricărei strategii de impunere a costurilor. Prin dezvoltarea de capacități inovatoare de spectru electromagnetic asimetric, orice stat își poate proteja capacitățile proprii costisitoare de întreruperi sau uzură, în același timp negând sau degradând eficiența sistemelor moderne ale adversarilor.

BIBLIOGRAFIE:

1. Adamy, D.L. (2021). *EW 105: Space Electronic Warfare*. Londra: Publisher – Artech House.
2. Alexandrescu, C., Alexandrescu, G., Boaru, Gh. (2010). *Sisteme informaționale militare – servicii și tehnologie*. București: Editura Universității Naționale de Apărare „Carol I”.
3. Boaru, Gh., David, A.-C. (2022). *Componente tehnice și tehnologice ale războiului informațional*. Craiova: Editura SITECH.
4. David, C. (2021). *Războiul electronic – componentă de bază a războiului informațional*. În *Revista Infosfera*, nr. 1.
5. O'Donoghue, N.A. (2022). *Practical Geolocation for Electronic Warfare using Matlab*. Londra: Publisher – Artech House.
6. Field Manual FM 3-36. *Electronic Warfare* (noiembrie 2012). US Army: United States Government.
7. Field Manual FM 3-12 (FM 3-38) *Cyberspace and Electronic Warfare Operations* (aprilie 2017). US Army: United States Government.
8. Field Manual FM 3-13. *Inform and Influence Activities* (ianuarie 2013). US Army: United States Government.
9. Joint Publication 3-13.1. *Electronic Warfare* (februarie 2012). SUA: Joint Chiefs of Staff, Februarie 2012.
10. Lambrechts, W., Sinha, S. (2017). *Signals and Communication Technology-Sig-Based Re-Engineering of Electronic Warfare Subsystems*. Elveția: Publisher – Springer, Cham.
11. De Martino, A. (2018). *Introduction to Modern EW Systems Second Edition*. Londra: Publisher – Artech House.
12. Poisel, R.A. (2013). *Information Warfare and Electronic Warfare Systems*. Londra: Publisher – Artech House.
13. Wildenberg, Th. (2023). *Fighting in the Electromagnetic Spectrum*. Annapolis: Publisher – Naval Institute Press.



GÂNDIREA
MILITARĂ
ROMÂNEASCĂ