



TEHNOLOGIILE DISRUPTIVE ȘI SECURITATEA SPAȚIALĂ: O ABORDARE MULTIDISCIPLINARĂ

DISRUPTIVE TECHNOLOGIES AND SPACE SECURITY: A MULTIDISCIPLINARY APPROACH

CS III Dr. Ulpia Elena BOTEZATU*
Comandor (r) prof. univ. dr. Sorin TOPOR**

Rezumat: Acest articol explorează impactul inovațiilor tehnologice, cu un accent particular pe inteligența artificială și tehnologia blockchain, asupra securității și operațiunilor în spațiul extraatmosferic. Prin examinarea mecanismelor care sporesc eficiența operațională și reduc costurile, articolul scoate în evidență modul în care sistemele automate și tehnologiile emergente aduc schimbări semnificative în gestionarea amenințărilor spațiale. Un studiu de caz al Programului X-37B al Forțelor Aeriene ale SUA servește ca exemplu ilustrativ, subliniind importanța reutilizării vehiculelor spațiale dar și a interoperabilității cu alte sisteme spațiale. Articolul concluzionează că adoptarea unei abordări multidisciplinare este esențială pentru a naviga în complexitatea și dinamismul crescut al mediului de securitate de la sol dar și pe dimensiunea spațială.

Cuvinte cheie: tehnologii disruptive, securitate spațială, inteligență artificială, blockchain, interoperabilitate.

Abstract: This article explores the impact of technological innovations, with a particular focus on artificial intelligence and blockchain technology, on security and operations in outer space. By examining mechanisms that increase operational efficiency and reduce costs, the article highlights how automated systems and emerging technologies are bringing significant changes to space threat management. A case study of the US Air Force X-37B Program serves as an illustrative example, highlighting the importance of spacecraft reusability but also interoperability with other space systems. The article concludes that adopting a multidisciplinary approach is essential to navigate the increased complexity and dynamism of the security environment on the ground as well as in the space dimension.

Keywords: disruptive technologies, space security, artificial intelligence, blockchain, interoperability.

Introducere

În era actuală, unde tehnologia nu doar avansează, ci schimbă radical modul în care interacționăm cu mediul înconjurător, securitatea spațială a devenit o componentă vitală a apărării la nivel global. Spațiul extraatmosferic s-a metamorfozat dintr-un domeniu de explorare științifică

* Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare în Informatică, ICI București, Agenția Spațială Română, email: ulpia.botezatu@ici.ro.

** Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare în Informatică, ICI București, Membru asociat al Academiei Oamenilor de Știință din România, email: sorin.topor@ici.ro.



într-o sferă încărcată de interese geopolitice¹. Prin urmare, inovații precum inteligența artificială și blockchain-ul ridică noi provocări pentru actorii responsabili cu securitatea spațială^{2,3}.

Această lucrare își dorește să abordeze aceste probleme dintr-un unghi care înglobează tehnologie, strategii militare și politici de securitate. Obiectivul este de a evalua impactul inovațiilor tehnologice asupra strategiilor de apărare spațială și de a identifica metodele optime de integrare a acestora în planuri de securitate. Analiza se bazează pe o gamă diversă de studii și exemple pentru a furniza o perspectivă actuală și echilibrată, încurajând astfel un dialog informat între mediul academic și cel militar. Rezultatul final urmărește să ofere recomandări pragmatice pentru dezvoltarea strategiilor spațiale, adaptabile la o serie de provocări în schimbare.

Prin acest demers, studiul adaugă o contribuție semnificativă la discuția dintre analiști, responsabili cu luarea deciziilor și liderii militari preocupați de asigurarea securității spațiale în fața inovațiilor tehnologice perturbatoare.

Tehnologii Disruptive în Contextul Spațial

În zilele noastre, explorarea cosmică nu mai este doar o aventură științifică, ci și o componentă vitală a securității naționale⁴. Acest aspect a devenit și mai relevant cu apariția tehnologiilor de ultimă oră, cum ar fi inteligența artificială și sistemele blockchain. Spre exemplu, sateliții de supraveghere sunt cruciali în colectarea datelor sensibile⁵. Aici, algoritmii de inteligență artificială pot fi angrenați pentru a procesa și a interpreta datele într-un mod mai eficient și precis, redând astfel un avantaj tactic important.

La nivel de comunicare, blockchain-ul oferă o alternativă robustă la sistemele centralizate, furnizând o rețea de comunicații mai sigură și imună la interferențe. Acest lucru poate fi amplificat prin implementarea nodurilor

¹ Georgescu, A., U.E. Botezatu, A.-D. Popa, Ș. Popa, and Ș.-C. Arseni. 2016. "Critical infrastructure dependency on space systems." *"Mircea cel Bătrân" Naval Academy Scientific Bulletin* ("Mircea cel Bătrân" Naval Academy Press, Constanta, Romania) X (1).

² Botezatu, U.E. 2023. "Attempted Cyber Security of Systems and Operations in Outer Space: an Overview of Space-based Vulnerabilities." *Romanian Cyber Security Journal* 5 (1): 67-76. doi:10.54851/v5i1y202306.

³ Veen, Egbert Jan & Giannoulas, Dimitrios & Guglielmi, Marco & Uunk, Thijs & Schubert, Daniel. (2013). Disruptive Space Technologies. *International Journal of Space Technology Management and Innovation (IJSTMI)*. 2. 24-39. 10.4018/ijstmi.2012070102.

⁴ Botezatu, U.E., and M. I. Piso. 2020. "Vital Outer Space Infrastructures: Romania's Pursuits and Achievements." In *Space Infrastructures: From Risk to Resilience Governance*, by U. Tatar, A.V. Gheorghe, O.F. Keskin and J. Muylaert, 329 – 336. Botezatu, U.E., Piso, M. I. (2020), *Vital Outer Space Infrastructures: Romania's Pursuits and Achievements*: IOS Press. doi:10.3233/NICSP200033.

⁵ EUSST. 2023. *Space Surveillance and Tracking*, disponibil la <https://www.eusst.eu/>, accesat la 19 august 2023.



de comunicații pe sateliți, asigurând astfel un sistem de comunicare practic invulnerabil⁶.

Într-un context similar, a fost menționat frecvent programul X-37B ca fiind posibil implicat în dezvoltarea tehnologiilor militare spațiale⁷. Deși nu există confirmări că acesta servește drept o armă spațială, relevanța sa în cadrul strategiilor militare spațiale este indiscutabilă⁸, și secțiunea următoare va folosi acest studiu de caz. Într-o lume unde domeniul cosmic devine tot mai mult un câmp de bătălie potențial, programe precum X-37B ar putea oferi indicii despre direcțiile viitoare ale conflictelor armate.

Avansarea tehnologică în sectorul spațial nu se limitează la descoperiri științifice, ci se extinde și în domeniul aplicațiilor militare. În cadrul unor tehnologii emergente, cum ar fi inteligența artificială și blockchain, tehnologia spațială prezintă atât oportunități cât și riscuri care trebuie să fie riguros evaluate.

Inteligența Artificială

Inteligența Artificială (IA) are aplicabilități multiple, variind de la asistența medicală la transport. În gestionarea și supravegherea spațiului extraatmosferic, AI are potențialul de a schimba din temelii mecanismele defensive și de monitorizare a situației spațiale. Dincolo de manevrarea sateliților pe baza unor algoritmi, inteligența artificială permite acum o adaptabilitate autonomă la condiții neprevăzute și variabile complexe al mediului din spațiul extraatmosferic, cum ar fi fluctuații ale energiei solare sau riscul de coliziune cu deșeuri spațiale.

Prin AI și, în special, tehnici de învățare automată, se poate efectua o analiză a datelor într-un mod mult mai eficient și rapid, inclusiv a datelor de navigare, imagini cu rezoluție înaltă și comunicări securizate⁹. Aceasta nu doar facilitează analize mai rapide, dar permite și identificarea rapidă și precisă a eventualelor riscuri, de la traiectorii anormale ale sateliților la semnale neobișnuite.

Una dintre capacitățile remarcabile ale inteligenței artificiale este abilitatea sa de a sesiza riscuri cu o precizie și o viteză peste metodele convenționale. Fie că e vorba de o traiectorie anormală a unui satelit sau de semnale ciudate, IA poate identifica rapid evenimente neobișnuite ca posibile riscuri. Prin inteligența artificială, se poate realiza o modelare predictivă a comportamentelor obiectelor spațiale. Aceasta nu doar facilitează planificarea și evitarea accidentelor, dar și oferă o anticipare a

⁶ Raluca Csernaton & Bruno Oliveira Martins (2023) Disruptive Technologies for Security and Defence: Temporality, Performativity and Imagination, Geopolitics, - DOI: 10.1080/14650045.2023.2224235

⁷ Air Force Space Command, "X-37B Orbital Test Vehicle Fact Sheet," April 17, 2015, disponibil la <http://www.af.mil/About-Us/Fact-Sheets/Display/Article/104539/x-37b-orbital-test-vehicle/>, accesat la 20 august 2023.

⁸ Boeing, "Boeing-built X-37B Orbital Test Vehicle Successfully Completes 3rd Flight," October 17, 2014, disponibil la <https://boeing.mediaroom.com/2014-10-17-Boeing-built-X-37B-Orbital-Test-Vehicle-Successfully-Completes-3rd-Flight>, accesat la 20 august 2023.

⁹ Botezatu, U.E. 2023. "Attempted Cyber Security of Systems and Operations in Outer Space: an Overview of Space-based Vulnerabilities." Romanian Cyber Security Journal 5 (1): 67-76. doi:10.54851/v5i1y202306.



mișcărilor potențial ostile, permițând o intervenție rapidă la eventualele amenințări.

În rezumat, IA aduce un set de instrumente inovatoare care au potențialul de a transforma paradigma securității spațiale. Este esențial să se examineze și implicațiile etice și de securitate înainte de a adopta aceste tehnologii pe scară largă.

Blockchain

Pentru infrastructura de securitate națională, comunicarea prin satelit este un element cheie. Cu toate acestea, este vulnerabilă la diverse tipuri de atacuri cibernetice. Blockchain-ul, cu structura sa descentralizată și mecanismele sale criptografice puternice, poate oferi un nivel suplimentar de securitate. Acesta nu doar criptează și distribuie datele într-un mod securizat, dar și îmbunătățește reziliența cibernetică.

Într-o lume unde integritatea datelor este la fel de critică ca securitatea fizică, tehnologia blockchain oferă un mediu de comunicare practic impenetrabil. Aceasta poate valida și cripta schimbul de informații între diverse unități spațiale și centrele de comandă terestre, oferind astfel un sistem de comunicare extrem de rezistent la tentativă de intruziune.

Unul dintre avantajele structurii descentralizate a blockchain-ului este că acesta reduce vulnerabilitatea la atacurile asupra unor centre unice de control sau date. Aceasta conduce la o reziliență cibernetică îmbunătățită a sistemelor care gestionează sateliții și alte instrumente spațiale, constituind astfel o parte vitală a unei strategii de securitate spațială adaptative¹⁰.

Tehnologia blockchain prezintă o aplicabilitate largă ce poate contribui în mod semnificativ la securitatea spațială. Datorită potențialului său de a fortifica comunicațiile, de a asigura integritatea datelor și de a îmbunătăți reziliența cibernetică, blockchain-ul ar trebui să fie luat în considerare în dezvoltarea strategiilor de securitate naționale și internaționale. Cu toate acestea, implementarea pe scară largă a tehnologiei rămâne un subiect complex, necesitând studii și colaborări suplimentare între cercetători și factorii de decizie. Astfel, se conturează imperativul ca această inovație să fie inclusă în planurile de securitate pentru a valorifica la maxim beneficiile sale transformativă.

Implicații Militare

Viziune Strategică

Una dintre cele mai notabile virtuți ale inteligenței artificiale este abilitatea de a se ajusta rapid în fața unui mediu schimbător. În contextul militar, acest nivel de agilitate este crucial pentru gestionarea unei game variate de pericole potențiale în spațiu. Utilizând algoritmi avansați, IA poate supraveghea și interpreta mișcările sateliților sau ale altor obiecte spațiale cu un grad înalt de precizie, permițând un răspuns instantaneu la situații de criză. Aceste sisteme pot modifica în mod autonom setările

¹⁰ A. N. Bikos and S. A. P. Kumar, "Enhancing Space Security Utilizing the Blockchain: Current Status and Future Directions," *2022 IEEE International Conference on Wireless for Space and Extreme Environments (WiSEE)*, Winnipeg, MB, Canada, 2022, pp. 77-82, doi: 10.1109/WiSEE49342.2022.9926843.



sateliților pentru a preveni incidente precum coliziuni sau pentru a reacționa la scenarii militare fluctuante în spațiul cosmic.

Într-un cadru în care protejarea datelor are o importanță comparabilă cu securitatea fizică, infrastructura blockchain furnizează un mediu de comunicare impenetrabil. Aceasta poate valida și cripta tranzacțiile de date între diferite unități spațiale și centrele de comandă de la sol. Prin urmare, tehnologia blockchain garantează un sistem de comunicare ce este extrem de rezistent la tentative de intruziune, facilitând o coordonare eficientă și protejată între componentele spațiale și terestre ale unei operațiuni strategice.

O dimensiune adițională o reprezintă compatibilitatea și cooperarea între diversele tehnologii disruptive. De exemplu, IA și blockchain-ul pot colabora pentru a constitui o grilă de sateliți capabili de decizii autonome și securizate. O astfel de configurație ar permite implementarea unei strategii bazate pe "inteligenta colectivă", unde un grup de sateliți ar putea coopera pentru a îndeplini obiective complexe, fie că este vorba de contracararea unei amenințări sau de efectuarea unei misiuni de supraveghere.

Pe măsură ce noile tehnologii se integrează în arsenalul de apărare, devine imperativă reevaluarea principiilor și abordărilor strategice curente. Aceasta presupune o actualizare a regulilor de angajament, perfecționarea scenariilor de pregătire și reajustarea posturii generale pentru a încorpora capacitățile aduse de tehnologiile inovatoare.

Includerea tehnologiilor disruptive în abordarea strategică a securității spațiale are potențialul de a redefine fundamental modul în care forțele armate se organizează, se sincronizează și răspund la pericole. Aceste instrumente nu numai că oferă un nivel sporit de agilitate și adaptabilitate, dar deschid și posibilitatea unor noi tipuri de acțiuni militare anterior greu de conceput. Este crucial ca liderii de opinie și factorii decizionali să îmbrățișeze și să integreze aceste avansuri în planificarea lor strategică, pentru a fi pregătiți pentru provocările securității spațiale din viitor.

Perspective Tactice și Operaționale

Inovațiile tehnologice, inclusiv cele bazate pe inteligență artificială, au un impact semnificativ asupra eficienței operaționale și a cheltuielilor în spațiul cosmic. Sistemele automate facilitează alocarea resurselor și deciziile rapide în scenarii critice.

Un exemplu pragmatic pe plan tactic și operațional ar fi desfășurarea de aparate autonome spațiale dotate cu echipamente senzoriale de ultimă generație. Aceste unități pot urmări mișcările obiectelor suspecte în spațiu, pot prezice potențialele puncte de impact sau pot chiar întreprinde acțiuni de interceptare. Odată instruite, aceste unități pot îmbunătăți continuu eficacitatea propriilor misiuni prin algoritmi de învățare profundă.

Avansările în tehnologia senzorială și algoritmi de inteligență artificială pot contribui la elaborarea unor mecanisme mai avansate de alertare precoce. Acest lucru este indispensabil pentru identificarea în timp util a pericolelor emergente, precum atacurile cu proiectile antisatelit (ASAT). Tehnologiile revoluționare pot, de asemenea, facilita dezvoltarea



de contramăsuri proactive, cum ar fi dispozitivele laser pentru dezactivarea amenințărilor spațiale.

Tehnologiile emergente permit o integrare și o cooperare mai eficientă între diferitele elemente folosite în operațiuni spațiale. Ele adaugă și o flexibilitate crescută, permițând sistemelor să se adapteze la condiții imprevizibile. De la sateliții dedicați comunicației, la cei de observare și până la centrele de comandă terestre sau vehiculele spațiale, tehnologiile emergente facilitează o operare unitară și mai eficientă.

Un alt aspect crucial al incorporării tehnologiilor emergente la nivel tactic și operațional este îmbunătățirea capacității de a se adapta la schimbări și de a rezista în fața situațiilor neprevăzute. Sistemele alimentate de aceste tehnologii pot fi configurate să se ajusteze în mod autonom la variațiile din mediul operațional, crescând astfel reziliența la scenarii imprevizibile.

La nivel tactic și operațional, tehnologiile inovatoare au capacitatea de a reforma în mod substanțial cum sunt gestionate și executate operațiunile în spațiu. Ele nu doar eficientizează operațiunile, ci și permit o reacție mai rapidă la pericole, o interacțiune mai fluidă între diferitele sisteme și o adaptabilitate sporită la un mediu în continuă schimbare. În acest context, investiția în tehnologii de frontieră devine nu numai avantajoasă, dar și imperativă pentru asigurarea unui mediu spațial securizat.

Studiu de Caz: Programul X-37B

Pentru a oferi o înțelegere cuprinzătoare a modului în care tehnologiile disruptive pot influența operațiunile militare în domeniul spațial, cazul programului X-37B al Forțelor Aeriene ale Statelor Unite este examinat în detaliu. Lansat pentru prima dată în 2010, acest vehicul spațial reutilizabil a efectuat mai multe misiuni de durată lungă în spațiu, fiecare cu durate variind de la peste 220 la peste 780 de zile.



Vehiculul de Test Orbital X-37B (OTV-6), nava fără echipaj a Forțelor Aeriene ale SUA, 12 noiembrie 2022

(Sursa foto: <https://spacenews.com/x-37b-space-plane-completes-its-sixth-mission-lands-after-nearly-30-months-in-orbit/>)



Unul dintre avantajele cheie ale programului X-37B este capacitatea sa de reutilizare. Analizele de cost sugerează că reutilizabilitatea ar putea reduce cheltuielile cu până la 30-40%, comparativ cu metodele tradiționale care utilizează vehicule spațiale de unică folosință. Acesta este un exemplu viu de cum inovația tehnologică poate transforma modelele economice asociate cu explorarea și securitatea spațială. X-37B utilizează tehnologii de inteligență artificială pentru a executa misiuni autonome, ceea ce ridică întrebări etice și de reglementare.

X-37B reprezintă un ecosistem complex, funcționând în colaborare cu sateliți de comunicații, de observare și cu centrele de comandă terestre. Acest fapt subliniază importanța interoperabilității în tehnologiile emergente. Deși multe detalii despre misiunile X-37B sunt clasificate, se sugerează că vehiculul dispune de senzori de înaltă rezoluție pentru monitorizarea schimbărilor la nivel terestru. Acest lucru poate avea implicații profunde în dezvoltarea de noi strategii de securitate. Cu ajutorul algoritmilor avansați de inteligență artificială și a sistemelor integrate, X-37B a demonstrat că misiuni complexe pot fi executate în mod autonom.

Scopul declarat al programului spațial X-37B este de "experimentare în spațiu, reducerea riscurilor și dezvoltarea de concepte pentru tehnologiile vehiculelor spațiale reutilizabile"¹¹, a stârnit un val de controverse și speculații, în special din partea puterilor globale precum Rusia și China. Aceste discuții nu sunt doar academice, ci și extrem de relevante pentru evoluția tehnologiilor disruptive, cum ar fi inteligența artificială (AI) și blockchain.

Până în prezent, X-37B a funcționat ca un laborator experimental pentru o serie de tehnologii avansate, inclusiv sisteme de aterizare autonomă¹². Această autonomie în funcționare, o caracteristică cheie pentru dezvoltările viitoare în domeniul inteligenței artificiale, poate oferi indicii valoroase despre cum AI ar putea să gestioneze misiuni spațiale complexe, fără intervenția umană directă. Experimentele X-37B legate de transmisia energiei prin microunde pot avea aplicații în dezvoltarea rețelelor blockchain descentralizate, care necesită surse de energie eficiente și sustenabile¹³.

În plus, capacitatea de supraveghere și recunoaștere (ISR) a X-37B are potențialul de a îmbunătăți tehnologiile de securitate, o preocupare majoră în aplicarea blockchain și inteligenței artificiale. Într-o lume în care tehnologiile disruptive devin tot mai omniprezente, înțelegerea și dezvoltarea de noi metode de securitate devin imperative.

¹¹ Boeing, "Boeing-built X-37B Orbital Test Vehicle Successfully Completes 3rd Flight," October 17, 2014, disponibil la <https://boeing.mediaroom.com/2014-10-17-Boeing-built-X-37B-Orbital-Test-Vehicle-Successfully-Completes-3rd-Flight>, accesat la 21 august 2023.

¹² Foust, Jeff, "X-37B lands after record-setting mission," SpaceNews, May 7, 2017, disponibil la <https://spacenews.com/x-37b-lands-after-record-setting-mission/>, accesat la 21 august 2023.

¹³ Trevithick, Joseph, "X-37B's Power Beaming Payload A Reminder Of Potential Orbital Microwave Anti-Satellite Weapons," TheDrive.com, May 19, 2020, disponibil la <https://www.thedrive.com/the-war-zone/33531/x-37bs-power-beaming-payload-arereminder-of-potential-orbital-microwaveanti-satellite-weapons>, accesat la 22 august 2023.



În contextul tehnologiei blockchain, speculațiile legate de capacitatea X-37B de a lansa mini-sateți¹⁴ pot fi relevante. Acești sateliți ar putea servi drept noduri într-o rețea descentralizată în spațiu, oferind un nivel suplimentar de securitate și stabilitate sistemelor blockchain.

Deși detaliile misiunilor X-37B sunt adesea clasificate, informații neoficiale sugerează că vehiculul este echipat cu senzori de înaltă rezoluție capabili să detecteze mișcări la nivel terestru, inclusiv schimbările în amplasarea armelor. Aceste capacități pot servi drept catalizator pentru dezvoltarea de noi tactici și strategii în monitorizarea și contracararea amenințărilor.

Vehiculul X-37B se încadrează într-un ecosistem complex care include sateliți de comunicații, sateliți de observare, sisteme terestre și elemente de control. Capacitatea de a opera în sinergie cu aceste elemente evidențiază importanța interoperabilității în exploatarea tehnologiilor disruptive pentru operațiunile spațiale.

Până în prezent, X-37B a fost modificat și adaptat pentru diverse misiuni, inclusiv experimente de laborator în microgravitație și testarea de noi materiale pentru rezistență la radiații. Capacitatea sa de a fi reconfigurat și readaptat indică faptul că tehnologiile disruptive aduc cu ele o flexibilitate și o viabilitate pe termen lung care nu erau posibile în sistemele anterioare.



Air Force Rapid Capabilities Task Force (© Forțele Aeriene ale SUA
(Sursa foto: <https://www.spaceforce.mil/>)

X-37B nu este doar un exemplu de inovație tehnologică, ci și un reper pentru viitorul securității spațiale militare. Acesta încorporează toate elementele-cheie ale tehnologiilor disruptive, de la eficiență economică și

14 Covault, Craig, "USAF to Launch First Spaceplane Demonstrator," Aviation Week Science and Technology, Aug 3, 2008, disponibil la <http://bit.ly/cvnrkRA>, accesat la 22 august 2023.



autonomie, la capabilități senzoriale avansate și interoperabilitate. Studiul său în profunzime evidențiază nu doar beneficiile imediate ale adoptării tehnologiilor avansate, dar și complexitatea și implicațiile etice și strategice care însoțesc această nouă eră în operațiunile spațiale militare.

Concluzii

Inovațiile tehnologice radicale pot schimba din temelii paradigma securității în spațiul cosmic. Acestea oferă nu doar avantaje, ci și complicări, în ceea ce privește menținerea unei posturi de apărare solide în spațiu. Pentru a naviga eficient printr-un mediu atât de fluid și complex, e necesară o abordare care să îmbine diverse domenii de expertiză, precum ingineria spațială, științele militare și politicile internaționale de securitate.

Concentrarea pe un singur aspect sau pe o singură disciplină nu va fi suficientă pentru a aborda complexitatea și dinamismul mediului spațial. Colaborarea interdisciplinară este esențială pentru dezvoltarea unei strategii coerente și eficiente, capabile să se adapteze la schimbările rapide din tehnologie și geopolitică.

Rezumând, adoptarea și integrarea inovațiilor tehnologice radicale în contextul apărării spațiale nu sunt opționale, ci absolut necesare pentru a ține pasul cu schimbările rapide din acest domeniu. Acest lucru va necesita un angajament susținut și cooperare între diferite ramuri ale științei și politicilor, asigurând astfel că suntem nu doar reactivi, ci și proactivi în abordarea provocărilor și oportunităților viitoare.

BIBLIOGRAFIE

- Air Force Space Command, "X-37B Orbital Test Vehicle Fact Sheet," April 17, 2015, disponibil la <http://www.af.mil/About-Us/Fact-Sheets/Display/Article/104539/x-37b-orbital-test-vehicle/>;
- Boeing, "Boeing-built X-37B Orbital Test Vehicle Successfully Completes 3rd Flight," October 17, 2014, disponibil la <https://boeing.mediaroom.com/2014-10-17-Boeing-built-X-37B-Orbital-Test-Vehicle-Successfully-Completes-3rd-Flight>;
- BOTEZATU, U.E. 2023. "Attempted Cyber Security of Systems and Operations in Outer Space: an Overview of Space-based Vulnerabilities." *Romanian Cyber Security Journal* 5 (1): 67-76. doi:10.54851/v5i1y202306.
- BOTEZATU, U.E., M. I. PISO. 2020. "Vital Outer Space Infrastructures: Romania's Pursuits and Achievements." In *Space Infrastructures: From Risk to Resilience Governance*, by U. Tatar, A.V. Gheorghe, O.F. Keskin and J. Muylaert, 329 – 336. Botezatu, U.E., PISO, M. I. (2020), Vital Outer Space Infrastructures: Romania's Pursuits and Achievements: IOS Press. doi:10.3233/NICSP200033;
- BUCOVETCHI, O., U.E. BOTEZATU, R. STANCIU, 2020. "Security of Space and Critical Infrastructures." *Proceedings of the 36th IBIMA Conference: 4-5 November 2020, Granada, Spain*;



- BURNI, A., E. KNUDSEN, J. NOGAREDE, N. PIROZZI, D. RINALDI, 2023. "Progressive pathways to European strategic autonomy: How can the EU become more independent in an increasingly challenging world?" *FEPS Policy Brief* 1-21;
- CSERNATONI R., MARTINS B. O., (2023), Disruptive Technologies for Security and Defence: Temporality, Performativity and Imagination, Geopolitics, DOI: 10.1080/14650045.2023.2224235;
- EUSST. 2023. *Space Surveillance and Tracking*, disponibil la <https://www.eusst.eu/>;
- FOUST J., "X-37B lands after record-setting mission," SpaceNews, May 7, 2017, disponibil la <https://spacenews.com/x-37b-lands-after-record-setting-mission/>
- GEORGESCU A., U.E. BOTEZATU, A.-D. POPA, Ș. POPA, Ș.-C. ARSENI, 2016. "Critical infrastructure dependency on space systems." "Mircea cel Bătrân" Naval Academy Scientific Bulletin ("Mircea cel Bătrân" Naval Academy Press, Constanta, Romania) X (1);
- P.J. TAYLOR, T. DARGAHI, A. DEHGANTANHA, R.M. PARIZI, K. CHOO, "A systematic literature review of blockchain cyber security", *Digit. Commun. Networks*, vol. 6, pp. 147-156, 2020;
- M. TORKY, T. GABER, A.E. EGYPT, Cairo and Egypt, "Blockchain in Space Industry: Challenges and Solutions", *arXiv: Signal Processing*, 2020;
- A.E. HASSANIEN, M. TORKY, E. GODA, V. SNÁŠEL, T. GABER, *Proof of Space Transactions: A Novel Blockchain Protocol for Secure Authentication of Satellite Transactions*, 2021;
- S.R. POKHREL, "Blockchain Brings Trust to Collaborative Drones and LEO Satellites: An Intelligent Decentralized Learning in the Space", *IEEE Sensors Journal*, vol. 21, pp. 25331-25339, 2021;
- P. DE FILIPPI, A. LEITER, "Blockchain in Outer Space", *AJIL Unbound*, vol. 115, pp. 413-418, 2021;
- H. IBRAHIM, M.A. SHOUMAN, N.A. EL-FISHAWY, A. AHMED, "Literature Review of Blockchain Technology in Space Industry: Challenges and Applications", *2021 International Conference on Electronic Engineering (ICEEM)*, pp. 1-8, 2021;
- TREVITHICK J., "X-37B's Power Beaming Payload A Reminder Of Potential Orbital Microwave Anti-Satellite Weapons," TheDrive.com, May 19, 2020, disponibil la <https://www.thedrive.com/the-war-zone/33531/x-37bs-power-beaming-payload-aremind-er-of-potential-orbital-microwaveanti-satellite-weapons>.
- WEEDEN B., SAMSON V. (Eds.), (2023), "Global Counterspace Capabilities: An Open Source Assessment." Secure World Foundation;
- UNOOSA, "Information Furnished in Conformity with the Convention on Registration of Objects Launched into Outer Space," September 17, 2018, disponibil la <https://www.unoosa.org/oosa/osoindex/data/documents/us-st/stsgser.e859.html>.