



# ASPECTE ALE ÎNTREBUINȚĂRII SENZORILOR PASIVI ÎN MISIUNI DE SUPRAVEGHERE AERIANĂ

## ASPECTS REGARDING THE USE OF PASSIVE SENSORS ON AIR SURVEILLANCE MISSIONS

## ASPECTS SUR L'UTILISATION DES CAPTEURS PASSIFS DANS LES MISSIONS DE SURVEILLANCE AÉRIENNE

Col.instr.av.s.dr. Pătru PÎRJOL\*

Conf.univ.dr. Ana-Maria CHISEGA-NEGRILĂ\*\*

Teledetecția pasivă asigură obținerea informațiilor despre obiectele sau fenomenele existente pe suprafața Pământului prin care se obține o imagine obiectivă a acestora, ancorată în repere spațio-temporale bine definite. Observarea suprafeței Pământului reprezintă o activitate cu caracter permanent a mediului științific, urmărindu-se înțelegerea proceselor și fenomenelor care se produc pe planeta noastră, precum și identificarea și monitorizarea schimbărilor naturale sau produse de activitatea umană asupra mediului natural. Sensorii pasivi dispun de parametri tehnici care permit detectarea fenomenelor și schimbărilor produse pe suprafața terestră, asigurând datele necesare pentru cartografierea sau monitorizarea caracteristicilor biofizice și geofizice ale suprafeței terestre, urmărindu-se înțelegerea impactului activității umane asupra ecosistemelor.

Utilizarea, în scop militar, a senzorilor pasivi asigură realizarea unor hărți detaliate a zonelor supravegheate, inclusiv a celor urbane, detectarea amenințărilor în timp util și asigurarea suportului informațional necesar desfășurării procesului de planificare, precum și coordonarea și executarea unor lovituri precise asupra obiectivelor.

*Passive remote sensing is used to obtain information on objects and phenomena at land surface in order to get their well-defined objective image by means of special and temporal coordinates. Observing land surface represents an on-going activity for the scientific community which is directed towards the understanding of processes and phenomena on our planet as well as towards the monitoring of the impact of natural or human activity on the environment. Passive sensors have technical parameters that help them detect the phenomena and changes on land surface, ensuring the necessary data for the mapping and monitoring of biophysical and geological characteristics of the surface in order to understand the impact of human activity on ecosystems.*

*The military use of passive sensors is to create detailed maps of areas under surveillance, including the urban ones, to detect early threats, and to ensure the information support for the planning process as well as for the coordination and execution of precise strikes on objectives.*

*La télédétection passive permet d'obtenir des informations sur les objets ou les phénomènes existant sur la surface de la Terre dont le résultat est une image réelle, ancrée dans des repères spatio-temporels bien définis. L'observation de la Terre est une activité permanente des chercheurs, visant à comprendre les processus et les phénomènes qui se produisent sur notre planète, et à identifier et surveiller les changements produits par la nature ou par l'activité humaine sur l'environnement naturel. Les capteurs passifs ont des paramètres techniques qui permettent la détection des phénomènes et des changements produits à la surface de la Terre, fournissant les données nécessaires pour cartographier ou surveiller les caractéristiques biophysiques et géophysiques de la surface de la Terre, dont le but est la compréhension de l'impact de l'activité humaine sur les écosystèmes.*

*L'utilisation des capteurs passifs dans le domaine militaire assure la réalisation des cartes détaillées des zones surveillées, y compris des zones urbaines, l'identification des menaces en temps opportun, et les informations nécessaires pour le déroulement du processus de planification, ainsi que pour la coordination et l'exécution des frappes ciblées sur les objectifs.*

**Cuvinte-cheie:** teledetecție; senzori pasivi; supraveghere aeriană; supravegherea suprafeței terestre.

**Keywords:** remote sensing; passive sensors; air surveillance; surveillance.

**Mots-clés:** télédétection; capteurs passifs; surveillance aérienne; surveillance de la Terre.

\* Universitatea Națională de Apărare „Carol I”

e-mail: [petpirjol@gmail.com](mailto:petpirjol@gmail.com)

\*\* Universitatea Națională de Apărare „Carol I”

e-mail: [anachisega@yahoo.com](mailto:anachisega@yahoo.com)



Istoria umanității este marcată de utilizarea forței armate ca modalitate eficientă pentru rezolvarea diferendelor existente între statele aflate în conflict. Deși războiul constituie un fenomen social cu un impact dezastruos asupra statelor și popoarelor aflate în conflict, oamenii nu au renunțat la utilizarea acestuia în rezolvarea neînțelegerilor dintre state. Înțelegerea războiului ca fenomen social are la bază criterii variate de analiză care evidențiază caracteristicile esențiale ale acestuia, precizându-i locul în cadrul ansamblului fenomenelor sociale. Evoluția războiului a fost marcată de capacitatea decidenților politici de a înțelege impactul resurselor și al mijloacelor militare asupra desfășurării acțiunilor militare la un moment dat.

Conflictele ultimelor decenii au demonstrat rolul dimensiunii aeriene în atingerea obiectivelor războiului, obligând puterile militare relevante să-și dezvolte forțele aeriene corespunzător noilor cerințe operaționale. Realizarea acestui deziderat presupune un efort constant, care implică un consum ridicat de resurse materiale pentru identificarea și implementarea unor noi tehnologii destinate să asigure superioritatea asupra adversarului. În acest sens, se va urmări dotarea forțele aeriene cu sisteme de armament sofisticate, cu un potențial distructiv ridicat și cu un impact ridicat asupra modului de desfășurare a acțiunilor armate violente<sup>1</sup>.

În același timp, evoluția înregistrată în domeniul tehnologiilor informației și comunicațiilor permite întrebuințarea integrată și unitară a forțelor aeriene pentru îndeplinirea misiunilor specifice. Integrarea sistemelor de armament este posibilă prin intermediul sistemului de comandă-control care furnizează informațiile necesare forțelor aeriene pentru exercitarea voinței și influenței în spațiul aerian de interes.

Obținerea informațiilor necesare pentru îndeplinirea misiunilor specifice de către forțele aeriene presupune constituirea unei rețele de senzori, care include senzori dispuși pe platforme spațiale, aeriene, terestre și maritime. Informațiile obținute în urma procesării datelor furnizate de senzori vor contribui la realizarea unei imagini reale a zonei de interes, care asigură identificarea rapidă a obiectivelor și eficientizarea procesului decizional.

Istoria artei militare demonstrează că războiul constituie „domeniul incertitudinii; trei sferturi din

lucrurile pe care se întemeiază acțiunea în război sunt acoperite de ceața unei incertitudini mai mult sau mai puțin mari”<sup>2</sup>. Incertitudinea câmpului de luptă amplifică potențialul actorilor implicați în conflict pentru desfășurarea acțiunilor asimetrice. Creșterea acestui potențial va avea ca efect un nivel ridicat de realizare a surprinderii de către actorii implicați în conflict, diminuarea acestui risc fiind dependent de capacitatea de supraveghere și de colectare a datelor despre zona de interes. Informațiile obținute vor asigura desfășurarea optimă a proceselor decizionale și a unor acțiuni coerente împotriva adversarului. Obținerea controlului asupra informațiilor va asigura reducerea nivelului de incertitudine caracteristic câmpului de luptă, contribuind la avertizarea timpurie a forțelor proprii despre apariția amenințărilor.

Descoperirea din timp a amenințărilor în spațiul aerian și furnizarea informațiilor necesare pentru identificarea și neutralizarea acestora constituie scopul pentru care statele au creat și au dezvoltat sisteme de supraveghere capabile să prevină surprinderea de către un posibil adversar. În acest sens, au fost realizate rețele de senzori, dispuse pe areale geografice mari, astfel încât să permită supravegherea permanentă a zonelor de interes. Evoluția tehnologică a permis realizarea unei arhitecturi din ce în ce mai sofisticate a acestor rețele de senzori care să asigure îndeplinirea unor cerințe de supraveghere superioare. Senzorii destinați pentru misiunile de supraveghere utilizează teledetecția ca metodă de obținere de date. Datele astfel obținute sunt analizate și prelucrate de personal și de echipamente specializate, produsele obținute fiind utilizate la realizarea unei imagini reale a câmpului de luptă.

Supravegherea prin teledetecție asigură realizarea unei imagini veridice a zonei supravegheate. Datorită posibilităților de supraveghere foarte bune, un rol important revine platformelor spațiale și aeriene, care asigură supravegherea prin teledetecție a zonelor pe care le survolează.

Teledetecția este un „complex de tehnici utilizate pentru prelucrarea de la distanță a unor date cu privire la obiecte sau fenomene”<sup>3</sup>, de pe Terra sau din spațiul cosmic. Teledetecția reprezintă un ansamblu de aplicații ale fizicii și ingineriei, cu ajutorul cărora sunt realizate imagini ale unor corpuri sau fenomene, utilizând radiațiile

electromagnetice generate pe cale naturală sau de diverse mijloace tehnice dispuse pe platforme spațiale sau aeriene. Teledetecția poate fi activă sau pasivă.

Teledetecția activă permite obținerea datelor despre obiectele și fenomenele existente pe suprafața terestră utilizând, în acest scop, instrumente specializate pentru generarea radiațiilor electromagnetice. Teledetecția activă utilizează ca mijloace de emisie radarul și lidarul. Indiferent de instrumentul utilizat datele obținute sunt prelucrate și analizate pe baza unui set de elemente care permit analiza calitativă și cantitativă a acestora, obținându-se, la final, o imagine fidelă a obiectelor sau a fenomenelor studiate.

Teledetecția pasivă are la bază aplicații complexe ale fizicii care asigură captarea, analizarea și prelucrarea radiațiilor electromagnetice reflectate de obiectele aflate pe suprafața terestră pentru obținerea informațiilor necesare realizării imaginii acestora. Evoluția tehnologiei a permis realizarea și dezvoltarea unor senzori care au diversificat modalitățile de realizare a teledetecției, prin utilizarea unor principii și metode tehnice diferite. Teledetecția pasivă utilizează următoarele principii<sup>4</sup>:

- principiul televiziunii satelitare;
- principiul scanării multispectrale;
- principiul radiometriei;
- principiul scanării termice.

*Televiziunea satelitară* presupune utilizarea unor camere de televiziune construite special pentru a fi întrebuințate în teledetecție. Aceste camere captează radiația luminoasă emisă sau reflectată de corpurile dispuse pe suprafața terestră. Imaginile sunt obținute prin înregistrarea, simultană, în mai multe benzi spectrale, a radiației luminoase, datele obținute fiind transmise și procesate în centre specializate dispuse la sol<sup>5</sup>.

*Scanarea multispectrală* are la bază proprietatea obiectelor sau corpurilor de a genera radiații a căror lungime de undă este dependentă de proprietățile fizico-chimice ale acestora. Senzorii multispectrali vor înregistra radiațiile electromagnetice simultan, în mai multe benzi spectrale, datele obținute fiind transmise spre centrele de procesare. Imaginile obiectivelor vizate au o rezoluție spațială și spectrală foarte bună, fiind obținute prin procesarea datelor înregistrate, în toate benzile spectrale, în care senzorul poate detecta radiațiile specifice corpurile detectate<sup>6</sup>.

*Radiometria* utilizează senzori speciali destinați acestui scop, numiți radiometre, care detectează radiațiile emise de corpurile existente pe suprafața terestră, simultan și selectiv, în diferite benzi spectrale, comparând lungimile de undă captate cu lungimile de undă standard, determinate în laborator, pentru fiecare substanță sau element existent în natură. Radiometrele asigură identificarea obiectelor în funcție de comportamentul spectral înregistrat.<sup>7</sup>

*Scanarea termică* constă în captarea radiațiilor calorice emise de către corpurile existente pe suprafața terestră, utilizând senzori sensibili la variațiile de temperatură ale acestora care pot înregistra lungimile de undă corespunzătoare infraroșului termal. Imaginile corpurilor se obțin prin procesarea datelor, obținute de către senzori, în centre specializate dispuse la sol<sup>8</sup>.

Senzorii dispuși pe platforme aeriene sau spațiale asigură teledetecția, pasivă sau activă, a corpurilor, a fenomenelor sau a acțiunilor desfășurate în spațiul aerian sau pe suprafața terestră, utilizând senzori de teledetecție care includ principiile teoretice enunțate anterior. Senzorii dispuși pe aceste platforme pot supraveghea suprafețe foarte mari, fără a fi influențate posibilitățile de teledetecție de formele de relief existente. Imaginile obținute sunt superioare din punct de vedere calitativ, asigurând suportul informațional necesar desfășurării proceselor decizionale și creșterii eficienței acțiunilor forțelor proprii. Stăpânirea informațiilor utile desfășurării procesului decizional asigură cadrul optim pentru planificarea și desfășurarea unor acțiuni coerente, cu un impact ridicat asupra modului și rapidității cu care se obține succesul pe câmpul de luptă.

Platformele aeriene care au dispuse la bord senzori de teledetecție sunt: avioanele, elicopterele, aerostatele și dronele. Aparatele de zbor utilizate în acest scop sunt caracterizate de autonomie ridicată, în concordanță cu dimensiunile zonei stabilite pentru supraveghere. Platformele spațiale utilizate în acest scop sunt: sateliții, navele spațiale, stațiile spațiale etc.

Realizarea unor platforme spațiale destinate pentru supravegherea și avertizarea timpurie a constituit o preocupare permanentă a puterilor militare în ultimele decenii, având ca finalitate dezvoltarea unor programe spațiale care să asigure îndeplinirea acestui scop. Posibilitatea întrebuințării acestor platforme și în scopuri civile,



pentru detectarea și monitorizarea evoluției unor fenomene, calamități sau catastrofe naturale, sau generate de activitatea omului, cu impact asupra populației din arealul de producere a acestora, a contribuit la creșterea importanței senzorilor de teledetecție și a necesității realizării unui sistem de supraveghere spațială a suprafeței terestre.

Programele de dezvoltare relevante pentru acest obiectiv sunt:

- *programul Landsat* – este un program realizat de către SUA, care a cuprins, în timp, o serie de opt sateliți, ultimul, Landsat 8, fiind lansat la 11 februarie 2013, și incluzând senzori activi și pasivi de supraveghere a suprafeței terestre;

- *programul IRS* – este un program de sateliți de supraveghere dezvoltat de India, care au dispuși la bord senzori pasivi și activi, comparabili ca posibilități de teledetecție cu cei din programul Landsat;

- *programul SPOT* – este un program dezvoltat de Franța, care include o serie de șapte sateliți, ultimul, SPOT 7, fiind lansat în iunie 2014, având la bord senzori activi și pasivi, multispectrali, care sunt utilizați în misiuni de cartografiere a suprafeței terestre;

- *programul ERS* – este un program european de sateliți de supraveghere, compus din sateliții ERS 1 și ERS 2, care include senzori de teledetecție în infraroșu, ultraviolet și spectrul vizibil, senzori de determinare a compoziției atmosferei și senzori radar destinați pentru supravegherea suprafeței terestre;

- *programul COSMOS* – include sateliți de spionaj și a fost realizat de fosta URSS, fiind continuat de Federația Rusă, având dispuși la bord senzori pasivi și activi de teledetecție.

Observarea suprafeței Pământului a constituit o preocupare permanentă a mediului științific pentru înțelegerea proceselor care se produc pe planeta noastră, construindu-se, în acest sens, senzori cu posibilități de teledetecție foarte bune, dispuși la bordul sateliților, care asigură menținerea permanentă sub observație a zonelor de interes. Dintre programele prezentate mai sus, programul LANDSAT a constituit un real succes. Lansată în 1972, seria de sateliți a asigurat o acoperire globală continuă, sinoptică și repetitivă a suprafețelor terestre, permițând detecția schimbărilor naturale sau de natură umană, datele furnizate constituind o sursă foarte bună pentru cartografierea și

monitorizarea caracteristicilor biofizice și geofizice ale suprafeței terestre.

Din perspectiva acestui demers, vom detalia aspectele referitoare la senzorii pasivi dispuși pe platformele aeriene sau spațiale. Acești senzori utilizează principii și metode specifice teledetecției pasive, care asigură furnizarea datelor necesare pentru realizarea imaginii reale, corespunzătoare zonei supravegheate. În analiza senzorilor pasivi vom utiliza ca repere senzorii utilizați în cadrul programului Landsat, respectiv a senzorilor pasivi dispuși la bordul satelitului Landsat 8.

Landsat 8 dispune de două instrumente de imagistică care asigură supravegherea suprafeței terestre: Operațional Land Imager (OLI) și un senzor în infraroșu Thermal InfraRed Sensor (TIRS). Dimensiunea aproximativă a scenei satelitare este de 170 km nord-sud și 185 km est-vest, având un ciclu de colectare a imaginilor de 16 zile<sup>9</sup>.

Operațional Land Imager (OLI), construit de Ball Aerospace & Technologies Corporation, este un senzor care folosește detectoare fotosensibile capabile să detecteze lungimi de undă cuprinse între 443 nm și 2.200 nm. Focalizarea radiațiilor incidente se realizează cu ajutorul unui telescop anastigmatic cu patru oglinzi, care asigură un câmp de vedere de 15 grade, acoperind zone largi ale suprafeței Pământului. Intervalul spectral în care se realizează detecția este împărțit în nouă benzi spectrale, din care în opt se realizează detecție multispectrală și în una se realizează detecție pancromatică. Imaginile corespunzătoare acestor benzi au rezoluții de 30 de metri pentru cele multispectrale, iar imaginea pancromatică oferă o rezoluție de 15 m. Radiațiile incidente sunt direcționate către detectorii de lumină, dispuși sub forma unor module aliniate cu planul focal, cu un design special de tip ”push-broom”, care îi crește sensibilitatea. Modulele se compun din 7.000 de detectori pentru fiecare bandă multispectrală și 13.000 de detectori pentru banda pancromatică, oferind imagini ale suprafeței terestre cu o claritate foarte bună<sup>10</sup>.

Thermal InfraRed Sensor (TIRS), construit de NASA Goddard Space Flight Center, utilizează o nouă tehnologie care aplică fundamente teoretice ale fizicii cuantice pentru detectarea căldurii, sub forma unor fotodetectoare cu infraroșu cuantice, care asigură detectarea unor lungimi de undă cuprinse între 10 și 12,5  $\mu\text{m}$ . TIRS detectează

radiațiile termice în două benzi spectrale cu o rezoluție spațială de 100 de metri. Fotodectoarele cu infraroșu cuantice sunt dispuse sub formă de matrice, în trei module, cu un design de tip ”push-broom” asemănător celui existent la senzorul OLI. Focalizarea radiațiilor termice se realizează cu ajutorul unui telescop optic refractiv care direcționează energia de intrare pe planul focal și asigură un câmp de vedere de 15 grade, asigurând supravegherea unor zone ce corespund ca dimensiuni cu valorile asigurate de senzorul OLI. Scena satelitară este asigurată de cele trei module care conțin, fiecare, câte 640 de fotodectoare cu infraroșu cuantice, asigurând un răspuns spectral pentru radiațiile termice detectate în cele două benzi spectrale dedicate<sup>11</sup>.

Programul Landsat furnizează date cu rezoluție moderată, constituind atât o sursă importantă pentru desfășurarea activităților științifice, cât și o sursă necesară factorilor de decizie pentru monitorizarea, eficientizarea și desfășurarea activităților în diverse domenii, precum agricultura, utilizarea terenurilor, utilizarea resursele de apă existente, explorarea resurselor naturale și silvicultura<sup>12</sup>.

Imaginile obținute permit determinarea și localizarea resurselor de apă, supravegherea zonelor de coastă, a centrelor urbane, a fermelor și a exploatațiilor agricole, pădurilor, precum și pentru distingerea diferitelor straturi de roci și soluri în geologie, monitorizarea schimbărilor în ecologie etc.<sup>13</sup>

OLI și TIRS asigură măsurarea temperaturii la nivelul suprafeței terestre, furnizând datele necesare pentru realizarea unor studii privind procesele fizice și biologice, impactul variației termice asupra desfășurării acestora, precum și pentru înțelegerea proceselor de evaportranspirație, hidrologia lacurilor, monitorizarea resurselor de apă dulce, impactul fenomenelor climatice locale asupra mediului etc. Datele furnizate constituie o sursă neprețuită de informații pentru gestionarea consumului de apă, partajarea acestuia între consumul individual și cel rezultat în urma activităților economice, în special în agricultură la irigarea culturilor<sup>14</sup>.

Evaluarea productivității agricole necesită date obținute de senzorii dispuși la bordul sateliților, deoarece ritmul bun de îmborsărire a datelor, precizia și corectitudinea acestora asigură elaborarea unor prognoze cât mai exacte privind randamentul culturilor. Imaginile obținute cu ajutorul senzorilor

pasivi despre utilizarea terenurilor asigură dezvoltarea unor domenii științifice importante din punct de vedere social, referitor la modul de gestionare a resurselor naturale sau la schimbarea folosinței terenurilor agricole. Imaginile obținute din spațiu sunt esențiale, deoarece asigură suportul informațional necesar adoptării unor decizii sau dezvoltării unor programe care să asigure ameliorarea sau diminuarea impactului activității umane asupra mediului. Înțelegerea modificărilor care se produc atât în ceea ce privește utilizarea terenului, cât și extinderea comunităților umane devine din ce în ce mai importantă atât din perspectiva factorilor de decizie, cât și pentru umanitate ca beneficiari ai activităților social-economice.

În ultimele decenii, datele furnizate de sateliții din programul Landsat au fost utilizate în aplicații diverse, cum ar fi recensământul populației, monitorizarea creșterii gradului de urbanizare la nivel global sau evoluția zonelor de coastă ca urmare a eroziunii sau a activității umane. Datele furnizate sunt utilizate pentru fundamentarea deciziilor în diverse domenii, cum ar fi: sănătate umană, climă, energie, prevenirea și protecția împotriva incendiilor, dezastrelor naturale, ecologie, prin urmărirea evoluției ecosistemelor și a biodiversității<sup>15</sup>.

Senzorii pasivi dispuși pe platforme aeriene au parametri tehnici asemănători celor dispuși pe platforme spațiale, diferențele constructive constând în modificările necesare funcționării în spațiul aerian sau în spațiul cosmic.

Senzorii pasivi destinați pentru îndeplinirea unor misiuni militare au parametri tehnici superiori senzorilor întrebuițați în misiuni de supraveghere cu caracter civil. Un exemplu în acest sens îl constituie senzorii de supraveghere utilizați în cadrul programului COSMOS, care au o rezoluție spațială cuprinsă între 0,7 m și 3 m<sup>16</sup>.

Supravegherea aeriană realizată prin intermediul senzorilor dispuși la bordul platformelor spațiale sau aeriene va asigura monitorizarea permanentă a zonelor stabilite și va furniza datele necesare pentru identificarea obiectivelor de interes dispuse pe suprafața terestră.

Senzorii pasivi prezintă o valoare militară incontestabilă certificată de calitatea datelor furnizate care asigură, în urma prelucrării, realizarea unor hărți detaliate a zonelor de interes, inclusiv a celor urbane, detecția mijloacelor de



luptă și identificarea, în timp util, a acțiunilor pe care adversarul intenționează să le execute. Din punct de vedere militar, obținerea unei imagini veridice a zonei de interes asigură desfășurarea cu eficiență a actului de comandă și a acțiunilor forțelor proprii. Obținerea unor imagini detaliate și precise ale teatrului de operații asigură o planificare detaliată a acțiunilor proprii, creșterea gradului de adaptabilitate a forțelor proprii la realitățile existente în teatrul de operații, precum și coordonarea și executarea unor lovituri precise asupra obiectivelor identificate. În acest sens, senzorii de supraveghere dispuși pe platforme spațiale sau aeriene sunt integrați cu echipamentele de procesare a datelor obținute, cu echipamentele de acces la informații și cu rețelele de distribuire a informației. Integrarea acestor senzori asigură obținerea unei imagini complete a evenimentului observat și facilitează factorilor de decizie gestionarea acestuia în toate fazele de evoluție: evaluare și prevenire, predicție și alertă, intervenție și asistență.

În consecință, observăm că senzorii pasivi pot îndeplini atât misiuni cu caracter militar, cât și misiuni cu caracter civil, asigurând identificarea în timp util a semnelor precursore apariției unui fenomen sau eveniment și asigurând suportul informațional necesar autorităților pentru desfășurarea în condiții optime a acțiunilor necesare pentru menținerea unui nivel de securitate adecvat.

În concluzie, se poate afirma că senzorii pasivi dispuși pe platforme aeriene sau spațiale constituie instrumente utile și eficiente pentru supravegherea permanentă a suprafeței terestre. Datele furnizate contribuie la obținerea unei imagini reale a zonei de interes, în timp real, asigurând suportul informațional necesar desfășurării eficiente a procesului decizional la nivelul structurilor militare și a actului de comandă pe timpul executării acțiunilor. Concomitent, datele furnizate de senzorii pasivi contribuie la înțelegerea impactului activităților umane asupra mediului contribuind la elaborarea unor prognoze sau a unor proiecte care să reducă influențele negative asupra ecosistemelor și gestionarea eficientă a resurselor naturale.

Identificarea în timp util a evenimentelor cu impact asupra vieții sau activității umane în zona de producere a acestuia a constituit unul dintre scopurile pentru care au fost concepuți și realizați senzori cu performanțe superioare, care aduc

servicii imense societății omenеști prin menținerea unui climat de securitate adecvat desfășurării activității umane.

#### NOTE:

1 Constantin Moștoflei, Gheorghe Văduva, *Tendințe în lupta armată*, Editura Universității Naționale de Apărare, București, 2004, p. 4.

2 Carl von Clausewitz, *Despre război*, Editura Militară, București, 1982, p. 84.

3 *Dicționar explicativ al limbii române*, Editura Univers Enciclopedic, Ediția a II-a, București, 1998, p. 1080.

4 Bogdan-Andrei Mihai, *Teledetecție – noțiuni generale*, Departamentul de învățământ deschis la distanță CREDIS, curs, București, 2008, p. 17.

5 *Ibidem*, pp. 17-18.

6 *Ibidem*, pp. 18-20.

7 *Ibidem*, pp. 20-22.

8 *Ibidem*, pp. 22-23.

9 James R. Irons, John L. Dwyer, Julia A. Barsi, "The next Landsat satellite: The Landsat Data Continuity Mission", *Remote Sensing of Environment*, vol. 122, Publisher Elsevier, Amsterdam, 2012, p. 4.

10 James R. Irons, John L. Dwyer, Julia A. Barsi, *op.cit.*, pp. 4-5.

11 *Ibidem*, pp. 5-7.

12 [https://landsat.gsfc.nasa.gov/how\\_landsat\\_helps/](https://landsat.gsfc.nasa.gov/how_landsat_helps/), accesat la 20.01.2020.

13 [https://landsat.gsfc.nasa.gov/how\\_landsat\\_helps/](https://landsat.gsfc.nasa.gov/how_landsat_helps/), accesat la 20.01.2020.

14 James R. Irons, John L. Dwyer, Julia A. Barsi, *op.cit.*

15 James R. Irons, John L. Dwyer, Julia A. Barsi, *op.cit.*, p. 3.

16 Constantin Nițu, Călin Daniel Nițu, Corneliu-Eftimie Tudose, Mircea Cristian Vișan, *Sisteme informaționale geografice și cartografie computerizată*, Universitatea din București, București, 2002, p. 69.

#### BIBLIOGRAFIE

Clausewitz Carl von, *Despre război*, Editura Militară, București, 1982.

Irons James R., Dwyer L. John, Barsi A. Julia, "The next Landsat satellite: The Landsat Data Continuity Mission", *Remote Sensing of Environment*, vol. 122, Publisher Elsevier, Amsterdam, 2012.

Mihai B., *Teledetecție – noțiuni generale*, Departamentul de învățământ deschis la distanță CREDIS, București, 2008.

Moștoflei Constantin, Gheorghe Văduva, *Tendințe în lupta armată*, Editura Universității Naționale de Apărare, București, 2004.

Nițu Constantin, Nițu Călin Daniel, Tudose Corneliu-Eftimie, Mircea Cristian Vișan,



*Sisteme informaționale geografice și cartografie computerizată*, Universitatea din București, București, 2002.

\*\*\* *Dicționarul explicativ al limbii române*, Editura Univers Enciclopedic, Ediția a II-a, București, 1998.

<https://landsat.gsfc.nasa.gov/landsat-8/mission-details/>

[https://landsat.gsfc.nasa.gov/how\\_landsat\\_helps/](https://landsat.gsfc.nasa.gov/how_landsat_helps/)

<https://earth.esa.int/web/eoportal/satellite-missions/l/landsat-8-ldcm>

<https://landsat.gsfc.nasa.gov/tirs-design/>