

# TEHNOLOGII DE VÂRF GEOSPAȚIALE ȘI INFORMAȚIONALE, ERGONOMIZATE, FOLOSITE ÎN INGINERIA MULTIDISCIPLINARĂ AGRICOLĂ

Mircea DUZINEANU

**Rezumat.** Scopul studiului de caz prezent, constă, în analiza critică a utilizării și influențării a noilor tehnologii de vârf, geospațiale și informaționale pentru o dezvoltare durabilă, cu concretizare și în ingineria multidisciplinară agricolă actuală. Se pune accent în special pe utilizarea Sistemelor Informaționale Geografice, Teledetecției, Sistemelor de Poziționare Globală, Sistemelor de Suport al Deciziilor și rolul acestora în societatea informațională și a cunoașterii în curs de implementare. Promovarea acestor noi tehnologii, contribuie la obținerea producției de calitate, și la reducerea cheltuielilor generale. Sunt demonstrate exemple de utilizare a tehnologiilor în cauză, conform conceptului nou, „Agricultura de precizie”, în studierea impactului secetelor, inundațiilor, bolilor și dăunătorilor asupra culturilor, în evaluarea condițiilor agroclimatice, monitorizarea și prognozarea recoltei, fapt ce oferă posibilitatea de a lua decizii în timp real, prin managementul informatic previzional în agricultură. În acest context global conlucrează realizări ingineresti de vârf din domeniile mecatronică, automată, informatică, comunicații electronice, poziționare satelitară, instalații robotizate și altele. În final, se prezintă strategia deosebită care se acordă de cercetătorii științifici implementării noilor tehnologii informaționale și în agricultură, cu tendință rapidă spre intelectualizarea acestui domeniu consacrat până de curând muncii fizice prin excelență, cu o nouă organizare ergonomică a muncii.

**Cuvinte cheie:** tehnologia informației și a comunicațiilor, societatea cunoașterii, agricultura de precizie, sistem de poziționare globală – GPS, sistem informațional geografic – GIS, sisteme de suport al deciziilor – DSS, sistem integrat de gestiune a informațiilor, management agricol prin cartare electronică, teledetecție, ergonomie cognitivă, consolă tactilă.

**Abstract.** The purpose of the presentation of the case consists in the critical analysis of the use and the influence of the new high technologies of geospatial and informational regarding actual agriculture, in specially for using of Geographically Informational Systems, Tele-detection, Global Position Systems, Decision Support Systems and their role in informational society. The implementation of these new technologies, contribute at obtaining of quality production and at the reducing of production costs. There are demonstrated examples of technologies using in cause according too the new concept „Precision Agriculture” this fact offers the possibility to take efficient decisions regarding multi-disciplinary engineering – and informational management of XXI century agriculture integrated to the durable development. Finally it is presented the special strategy which is accorded by scientific researches to the implementation of the new informational new technologies in agriculture, with fast tendency to intelectualizing of this domain nearly consecrated especially the physical work, wish o new optimal work management. Researched situations in Republic of Moldova and in the future in Romania.

**Keywords:** information and communications technology, knowledge society, precision agriculture, global positioning system – GPS, geographic information system - GIS, decision support systems – DSS, integrated information management, agricultural management through electronic mapping, remote sensing, cognitive ergonomics, tactile console.

## 1. INTRODUCERE

Majoritatea persoanelor neinițiate în tehnologiile de vârf, consideră că agricultura trebuie să se mențină arhaică și într-o stare de subzistență perpetuă, cu muncă fizică istovitoare, nefiind compatibilă să se informatizeze și să se automatizeze pe principii industriale.

Iată că, în prezent (sub ochii noștri), datorită tehnologiei informației și a comunicațiilor electronice satelitare, agricultura devine una din cele mai procesate domenii de activitate umană, meritând să intre în față, alături de tehnologiile industriale în noua societate a cunoașterii. În ultimii ani acest domeniu ancestral al muncii fizice istovitoare se transformă într-o tehnologie complexă a muncii intelectuale, asistată de microprocesor și satelit. De la munca fizică cu sapa la asistarea cognitiv-cerebrală pe consola tactilă, acesta este noul salt revoluționar al cunoașterii în agricultură. **Agricultura gulerelor albe a ajuns din urmă birotica modernă a mânecuțelor scrobite și tinde să fie în fața plutonului în drumul spre societatea cunoașterii și a conștiinței evolute, liber consimțite. Pământul asistat de calculator și satelit este mai ușor prelucrabil și mai ergonomic decât majoritatea domeniilor de activitate clasică asistate de calculator la momentul actual de evoluție a cunoașterii științifice** (cum ar fi siderurgia, tehnica nucleară, cosmonautica, navigația submarină, minieritul etc.)

Sporirea productivității agriculturii, prin automatizarea, electronizarea proceselor și managementul informatizat, au devenit factori importanți, în menținerea echilibrului între producerea produselor agricole și necesitatea tot mai crescută a populației. Totodată, aplicarea elementelor nutritive și combaterea organismelor dăunătoare, va continua să fie o verigă sensibilă, între producerea resurselor alimentare și durabilitatea agriculturii conjugat cu industria alimentară. Pe lângă necesitățile de sporire a productivității, fermierii sunt impuși să producă mai multe produse alimentare, cu efect minim asupra mediului, paralel cu reducerea aplicării substanțelor poluante, în condițiile globale de reducere sensibilă a resurselor umane și materiale din acest domeniu.

Extinderea și gradul de modificare al dezvoltării tehnologiilor geospațiale și informaționale, a deschis o cale nouă, pentru managementul producției agricole în luarea deciziilor. Această viziune este reflectată în conceptul **agriculturii de precizie**. Acest nou concept exigent, specific societății informaționale și a cunoașterii în curs de edificare, oferă premise de sporire a productivității, reducere a cheltuielilor de producție și minimizare a efectului negativ asupra mediului, către o dezvoltare durabilă. De reținut că, agricultura de precizie, se găsește încă la etapa inițială de inovație creativă, care se schimbă rapid și adaptiv la noile tehnologii informaționale și de comunicații electronice, precum și la modificările de context științific tot mai neașteptate în secolul XXI.

## 2. DE LA MUNCA FIZICĂ TRADIȚIONALĂ LA CEA INTELECTUALĂ INFORMATIZATĂ ÎN AGRICULTURĂ

În ultimii ani, fermierii agricoli au obținut acces la tehnologii noi, prin utilizarea Sistemelor de Poziționare Globală (GPS-Global Positioning System) și Sistemelor de Suport al Deciziilor, care anterior erau un monopol al arsenalului militar, în prezent **sunt tehnologii informatizate noi în lumea modernă civilă**.

Deoarece agricultura de precizie, necesită un nivel înalt de procesare a datelor, programele de calculator utilizate, sunt de tipul GIS (Geographic Information System – Sistem Informațional Geografic). Indiferent de scopul unui GIS, la baza acestuia se află un sistem comun de coordonate. Metodele topografice convenționale, pot oferi cu precizie acest sistem comun de coordonate, dar ca eficiență și operativitate acestea sunt mult mai inferioare Sistemului de Poziționare Globală (GPS). Tehnologiile noi pot facilita răspunsul la necesitățile pieței și cerințele societății. În ultimii ani, au fost

elaborate echipamente pentru măsurarea și precizarea condițiilor din câmp. Totodată, capacitățile de achiziționare a datelor, prin utilizarea senzorilor, monitorizării directe a recoltei și bazelor de date spațiale, sunt limitate de capacitatea de interpretare a datelor. Este știut faptul, că în prezent informația adecvată este insuficientă pentru asigurarea necesităților mereu în creștere a producătorilor, managerilor și societății civile. Este necesar de răspuns, la multe întrebări, pentru a demonstra beneficiul agriculturii de precizie, și justificarea aplicării pe larg a acestor tehnologii. **Unele din aceste întrebări ivite, includ:**

- cum pot influența noile tehnologii asupra adoptării deciziilor la nivel de țară, regiune, gospodărie, privind producerea culturilor agricole?
- care sunt posibilitățile de adoptare și barierele de implementare a noilor tehnologii informaționale în agricultură?
- care sunt implicațiile economice, sociale, și de mediu, ale agriculturii de precizie?

Așa dar, tehnologiile geospațiale și informaționale, în prezent, au o influență deosebită, asupra agriculturii mondiale. Aceste tehnologii noi, nu au fost implementate pe larg în agricultura României, și a republicii Moldova, deși, au apărut primele mostre reușite de utilizare.

**Există mai multe definiții ale agriculturii de precizie**, și diferiți termeni de descriere, a tehnologiilor geospațiale și informaționale din agricultura modernă.

**Gospodăria precisă** (Precision farming) presupune că fermierii utilizează tehnologia de poziționare globală (GPS), care include sateliți geostaționari și senzori pe teren și instrumente de management intensiv, pentru înțelegerea variației resurselor în câmpul de culturi. Aceștia utilizează informația dată, pentru aplicarea precisă a fertilizatorilor și altor ingrediente, precum și prevederea corectă a recoltei.

**Agricultura de precizie**, reprezintă un sistem de management, bazat pe informații și tehnologii, privind intensificarea, analiza și dirijarea variabilității din câmpuri, profitabilitatea optimă, durabilitatea și protecția resurselor de sol.

**Agricultura de precizie** este o strategie de management, care utilizează informația detaliată specifică lotului dat, pentru managementul precis al câmpurilor de culturi.

**Un sistem agricol**, poate fi durabil dacă producția, substanțele nutritive conținute de recoltă și îngrășămintele naturale, sau pierdute prin eroziune, sunt egale cu cele introduse sub formă de îngrășămintă artificiale, și create prin descompunerea rocilor din stratul de bază. Toate intrările suplimentare, cum ar fi energia, apa, preparatele chimice ar trebui să fie, de asemenea, produse durabile.

**Față de cele de mai sus se poate conchide:**

- agricultura de precizie, este calea de management, care asigură strategia de dezvoltare durabilă în agricultură;
- agricultura de precizie, asociază tehnologiile geospațiale și informaționale, cu scopul de a utiliza datele specifice locului dat, pentru luarea deciziilor legate de producția agricolă;
- agricultura de precizie, prezintă un set de tehnologii pentru agricultura durabilă.

**Agricultura de precizie, include 3 componente de bază:**

- 1) achiziționarea datelor la scară și frecvență corespunzătoare;
- 2) analiza și interpretarea datelor;
- 3) implementarea măsurilor de management la scara și timpul corespunzător.

**Managementul specific locului dat include utilizarea a 6 tehnologii noi:**

- 1) Sistemul de Poziționare Globală (SPG);
- 2) Teledetecția;
- 3) Sisteme Informaționale Geografice (SPG);
- 4) Sisteme de Suport al Deciziilor(DSS);
- 5) Sistem integrat de gestiune a informațiilor;
- 6) Management agricol prin cartare electronică.

**1. Sistemul de Poziționare Globală (SPG)**, în engleză „Global Positioning Sistem”(GPS) este un sistem de radionavigație globală, de tip satelitar (rețea de 24 de sateliți geostaționari), în regim gratuit, care oferă date extrem de precise pentru localizarea oricărui punct de pe planetă, pe orice vreme, cu o rezoluție cuprinsă între 0,2 și 5 metri.

În studiul meu de caz am observat într-un câmp experimental- pilot de lângă Chișinău, de 80 de ha cum s-a executat o cartare topografică cu echipamentul GPS de tip GEO Explorer II, asociat cu un receptor de mare sensibilitate tip AgGPS 214, care a mărit rezoluția la ordinul centimetrilor (echipamente produse în SUA).

Utilizarea tehnologiei GPS în agricultură include controlul aplicării preparatelor chimice, localizare ivirii dăunătorilor și bolilor specifice, supravegherea îngrijirii culturilor și controlul evoluției plantațiilor, măsurarea recoltei potențiale și a altor factori vegetal-evolutivi, necesari în timp real pentru deciziile oportune de management.

O importanță deosebită este că aceste operații se fac fără efort fizic, pe calculator, cu nu singur operator, într-un timp real de ordinul fracțiunilor de secundă. **Iată așa dar și în agricultură se înlocuiește munca fizică cu cea intelectuală, cu reducere de resurse umane până la valoarea unitară, cu o ergonomie cognitivă de excelență și o productivitate extrem de crescută.**

**2. Teledetecția.** Este tehnica de observație electronică asupra unui obiect, fără contact fizic. Aceasta constă în măsurarea și înregistrarea energiei electromagnetice care se reflectă de la suprafața pământului prin utilizarea senzorilor atașați la avioane sau la sateliții geostaționari, cu prelucrarea ulterioară a datelor cu ajutorul microcalculatoarelor de la sol.

Unii fermieri identificați obțin beneficii din datele transmise prin intermediul sateliților din rețelele Landsat și SPOT, în scopul evidențierii speciilor de plante și localizarea condițiilor de stres, în spectrul vizibil și infraroșu.

Pentru teledetecție, deseori se utilizează spectroradiometre care măsoară cantitatea de energie radiată de la suprafața culturilor, într-o porțiune particulară a spectrului. În acest fel, **la modul cel mai comod** se măsoară temperatura de la suprafața plantelor, identificându-se porțiunile normale și cele patologice, lipsa de apă pentru dezvoltarea normal fiziologică, se execută cu precizie cartarea daunelor cauzate de insecte. Cu aceeași tehnologie se poate controla aplicarea diferențiată a pesticidelor în ariile câmpurilor infectate mai puternic, fapt ce reduce cheltuielile și riscul pentru insectele utile.

**Aceste operații avansate cu un timp real foarte scurt, folosind teledetecția, scutesc fermierul de a folosi la sol un număr mare de lucrători, în timp îndelungat** (care poate depăși oportunitatea momentului de intervenție), **cu randament scăzut și în condiții istovitoare, total neergonomice.**

**3. Sisteme Informaționale Geografice pentru agricultură (GIS – Geographic Information System).** Milby R. a definit încă din anul 1998 Sistemele Informaționale Geografice pentru agricultură (GIS) ca programe de calculator destinate coordonării datelor generate într-o succesiune de locuri și timp pentru a realiza o hartă sedimentată dinamic, cu ajutorul tehnologiilor informaționale și geospațiale prin satelit.

Deoarece **agricultura de precizie**, necesită în prezent un nivel ridicat de procesare a informațiilor și a datelor, programele de calculator utilizate, sunt de tipul GIS software. Indiferent de scopul unui Sistem Informațional Geografic (GIS- Geographic Information System), la baza lui se află un sistem comun de coordonate, peste care se sedimentează informații periodice. Fiecare tip de informație este salvat și păstrat în formă de straturi informaționale dinamice. Unele straturi informaționale pot fi reprezentate prin date tabelare, care constituie rezultatele unor estimări (de exemplu, pH-ul evolutiv al solului, a bolilor plantelor, dăunătorilor și a buruienilor).

Am avut posibilitatea practică să observ diferența între GIS, cu observații spațiale și bazele de date standard cu înregistrări laborioase punctuale. Concret am observat la **Institutul de Cercetări**

**pentru Protecția Plantelor din Republica Moldova**, dinamica numărului de adulți ai „Viermelui mărului” în capcane cu feromon sexual, supervizate din satelit în 3 puncte ale livezii de meri (latitudinea, longitudinea și altitudinea punctelor vizate), pe baza programului BIOCLASS, elaborat în acest institut de prestigiu.

Procesarea și producerea hărților în mod manual este un lucru migălos, foarte costisitor, mai ales în cazul când este necesar de suprapus diferite tipuri de hărți, cu diferite scări de rezoluție într-un timp cât mai scurt posibil.

Ergonomia cognitivă regăsită și în acest sistem informatic demonstrează superioritatea acestei metode moderne, care în condițiile actuale impuse de o dezvoltare economică durabilă este de neînlocuit cu metode terestre, manuale, devenite arhaice.

**4. Sisteme de Suport al Deciziilor(DSS).** Dezvoltarea agriculturii unei societăți informaționale trebuie să fie aliniată la cerințele înaltei tehnologii și la exigențele unui management pe măsură, în timp real scurt.

**Tehnologiile și practica Agriculturii de Precizie oferă un potențial pentru schimbările în luarea deciziilor.** De exemplu, metodele clasice de determinare a situației fitosanitare necesită un volum considerabil de mijloace și resurse umane. **Deseori, acestea având un timp real lung, au mai mult un efect (post-factum) de constatare a faptelor, fără a se putea interveni proactiv la prevenirea efectelor nedorite.**

**Metodele informatizate moderne asigură nu doar estimarea precisă a situației fitosanitare, ci și determinarea momentului declanșării unor evenimente, efectul cărora nu poate fi observat cu ochiul liber la primele etape, totodată, permite de a optimiza măsurile de protecție și reducere a numărului de tratamente chimice contra organismelor dăunătoare.**

Această complexitate este determinată de creșterea cantității și calității informației necesare pentru luarea deciziilor.

**Un sistem comprehensiv de suport al deciziilor în majoritatea cazurilor este de tip sistem-expert**, caracterizat ca o entitate de intelect artificial, care asigură prin utilizarea microprocesorului, stocarea și prelucrarea informației științifice, cunoștințele neformalizate ale specialiștilor –experți în domeniul dat, pentru rezolvarea de către specialiștii mai puțin experimentați a problemelor ce apar în acest domeniu de activitate. Acest sistem de inteligență artificială constă din două componente fundamentale: baza de cunoștințe și automatul de obținere a concluziilor logice. Sistemele –expert capătă o utilizare tot mai largă în agricultură, în special pentru fixarea algoritmului lucrărilor de strictă specialitate, programarea și îmbunătățirea calității recoltei, protecția științifică a plantelor, prognoza dezvoltării bolilor și dăunătorilor plantelor și culturilor extinse etc.

Am avut posibilitatea la institutul sus arătat să testez un asemenea interlocutor informatizat, ce folosea un program de calculator de tip EPIC (Erosion Productivity Impact Calculator), care în mod predilect este folosit pentru prevederea creșterii și dezvoltării plantelor în condiții variabile de mediu și de schimbări imprevizibile climatice, pe baza achiziției automate a datelor din teritoriu, cu ritmicitate de 30 de minute.

**Sistemul-expert folosit intensiv și la întreaga capacitate de stocare electronică a demonstrat avantajul acestui instrument numeric, cu timp de răspuns aproape instantaneu, față de metodele clasice depășite ale registrelor cu stocare neergonomică pe hârtie și cu timp de consultare apreciable de lungi.**

**5. Sistem integrat de gestiune a informațiilor.** Pe modelul ERP, de gestiune integrată a informațiilor economice din unitățile productive și în agricultură s-a recurs la integrarea sistemică a tehnologiilor de prelucrare a informațiilor provenite de la sateliți, cu cele achiziționate și stocate la sol, de tip GPS, GIS, DSS și sistem expert. În acest fel, se asigură integrarea datelor GPS și de teledetecție în Sistemul Informațional Geografic. În această nouă structură, programele de calculator

prelucrate pe cazuri pot fi rulate la echipamentul inteligent de aplicare dozată a preparatelor, pentru prelucrarea câmpurilor cu pesticide și fertilizanți, doar unde aceste preparate sunt strict necesare.

Mai recent, sistemul integrat a fost conectat la Internet pentru a se lărgi baza de date-expert cu competența fermierilor cu experiență din întreaga lume, pentru a se generaliza experiența legată de cibernetizarea și informatizarea intensivă a agriculturii.

**În acest fel, iese în evidență nu numai avantajul tehnic-operativ ci și cel ergonomic, deoarece procesele agricole se intelectualizează pregnant.**

**6. Management agricol prin cartare electronică.** Elementele de management specific în agricultură sunt indispensabile în sistemele de gospodărire durabilă și în special în agricultura de precizie unde **se pune pregnant problema cartării resurselor, după cum urmează:** cartarea variabilității solului, cartarea câmpurilor în perioada de vegetație, a factorilor de climă, cartarea dezvoltării organismelor dăunătoare, a buruienilor. Nu mai puțin este importantă prognoza sistemică a evenimentelor potențial păgubitoare în culturile agricole, cum ar fi: avertizarea tratamentelor, determinarea timpului optim de recoltare, estimarea riscurilor și a vulnerabilității (pentru ecosisteme, eroziunea solului, utilizarea pesticidelor, riscul reducerii biodiversității ș.a.).

### 3. CONCLUZII

1) Scopul studiului de caz prezentat, constă în analiza critică a influenței noilor tehnologii de vârf, geospațiale și informaționale asupra agriculturii, în special, utilizarea Sistemelor Informaționale Geografice, Teledetecției, Sistemelor de poziționare Globală, Sistemelor de Suport al Deciziilor, asociate cu mecanizarea, automatizarea, cibernetizarea și robotizarea avansată, factori ce determină o intelectualizare totală a agriculturii, care până de curând era un domeniu consacrat prin tradiție numai muncii fizice istovitoare.

2) Am avut posibilitatea practică să observ concret la **Institutul de Cercetări pentru Protecția Plantelor din Republica Moldova**, implementarea acestor noi tehnologii, care contribuie la obținerea producției de calitate, și la reducerea cheltuielilor de producție. Am asistat la utilizarea tehnologiilor cercetate, conform conceptului „Agriculturii de precizie,” în monitorizarea și evaluarea recoltei, studierea impactului secetelor, inundațiilor, bolilor și dăunătorilor, în evaluarea condițiilor agroclimatice, fapt ce oferă posibilitatea de a lua decizii, privind managementul în agricultură în timp real scurt. O atenție deosebită se acordă în acest institut **implementării noilor tehnologii în agricultură prin folosirea unor resurse umane recalificate, supuse unei instruirii permanente și sub incidență ergonomică, precum și promovarea unei noi organizări ergonomice a muncii, exclusiv pe principii cognitive.**

3) **Conceptul agriculturii de precizie**, oferă premise de sporire a productivității, reducere a cheltuielilor de producție și minimizare a efectelor negative asupra mediului.

**Agricultura de precizie, include 3 componente de bază:**

- achiziționarea datelor la scară și frecvența corespunzătoare;
- analiza și interpretarea datelor;
- implementarea măsurilor de management la scară și timpul corespunzător.

4) **Managementul specific locului dat include utilizarea a 6 tehnologii noi:**

- sistemul de Poziționare Globală (SPG);
- teledetecția;
- sisteme Informaționale Geografice (SPG);
- sisteme de Suport al Deciziilor (DSS);
- sistem integrat de gestiune a informațiilor;
- management agricol prin cartare electronică.

5) O importanță deosebită este că aceste operații se fac fără efort fizic, pe calculator, cu un singur operator, într-un timp real de ordinul fracțiunilor de secundă. **Iată așa dar și în agricultură se înlocuiește munca fizică cu cea intelectuală, cu reducere de resurse umane până la valoarea unitară, cu o ergonomie cognitivă de excelență și o productivitate extrem de crescută.**

6) **Aceste operații avansate cu un timp real foarte scurt, folosind teledetecția, scutesc fermierul de a folosi la sol un număr mare de lucrători, în timp îndelungat (care poate depăși oportunitatea momentului de intervenție), cu randament scăzut și în condiții istovitoare, total neergonomice.**

7) **Pe modelul ERP, de gestiune integrată a informațiilor economice din unitățile productive și în agricultură s-a recurs la integrarea sistemică a tehnologiilor de prelucrare a informațiilor provenite de la sateliți, cu cele achiziționate și stocate la sol, de tip GPS, GIS, DSS și sistem expert.**

8) Elementele de management specific în agricultura de precizie sunt indispensabile în sistemele de dezvoltare durabilă, unde **se pune pregnant și problema cartării resurselor.**

9) În agricultură se înlocuiește munca fizică cu cea intelectuală, cu reducere de resurse umane până la valoarea unitară pe o fermă (complet cibernetizată), cu o ergonomie cognitivă de excelență și o productivitate extrem de crescută.

## Bibliografie

- [1] Duzineanu Mircea, teză doctorat: „Ergonomia muncii în societatea cunoașterii”, Universitatea „Al. I. Cuza” – Iași, 2011.
- [2] Manolescu Aurel ș. a., *Ergonomie*, Ed. Economică – București, 2013.