

## STUDIAREA ROBOTICII ȘI MECATRONICII ÎN SISTEMUL PREUNIVERSITAR DIN REPUBLICA MOLDOVA – UN IMPERATIV AL TIMPULUI

**Liubomir CHIRIAC**, doctor habilitat, profesor universitar

**Natalia LUPAȘCO**, doctor, lector universitar

**Natalia JOSU**, doctor, conferențiar universitar

**Lilia MIHĂLACHE**, doctor, lector universitar

Catedra ITI, Universitatea de Stat din Tiraspol

**Abstract.** În articol este examinată necesitatea pregătirii profesorilor școlari de Robotică și Mecatronică pentru sistemul preuniversitar. Subiectul respectiv este inclus pe agenda educațională a zilei de companiile industriale care manifestă un interes sporit, în ultima perioadă, pentru specialiștii din domeniul Roboticii și Mecatronicii. Reforma învățământului preuniversitar și universitar trebuie să țină seama de cerințele dictate de piața muncii privind eficientizarea educației tehnologice și, în cadrul acesteia, a educației mecatronici, componenta esențială a acesteia.

**Cuvinte cheie:** sistem educațional, pregătirea inițială a profesorilor școlari, robotică, mecatronică, tehnologii informaționale, calculatoare.

**Abstract.** The article examines the need to prepare school teachers of Robotics and Mechatronics for the pre-university system. This subject is included on the educational daily agenda by the industrial companies that show an increased interest, lately, for the specialists in the field of Robotics and Mechatronics. The reform of pre-university and university education must take into account the requirements dictated by the labor market regarding the efficiency of technological education and, within it, of mechatronic education, its essential component.

**Keywords:** educational system, initial training of school teachers, robotics, mechatronics, information technologies, computers.

### 1. Necesitatea studierii mecatronicii în sistemul preuniversitar

Introducerea Roboticii ca disciplină opțională în sistemul educațional din Republica Moldova este o inițiativă excelentă dar, în același timp, reprezintă și o provocare pentru profesorii care încearcă să se specializeze în acest domeniu.

Să reamintim faptul că programul de studiere a roboticii „Roboclub” a fost lansat în Republica Moldova în martie 2014 cu sprijinul financiar al Agenției Statelor Unite pentru Dezvoltare (USAID), în parteneriat cu Ministerul Educației, Asociația Națională a Companiilor din Domeniul Tehnologiei Informației și Comunicațiilor (ATIC) și compania StarNet. La moment programul „Roboclub” este implementat în 120 instituții de învățământ și biblioteci comunitare din Republica Moldova. Instituțiile din cadrul programului sunt dotate cu seturi LEGO Mindstorms EV3.

Ceea ce ține de educația mecatronică procesul respectiv a rămas în umbră. Chiar dacă s-au făcut și se fac unele încercări în acest sens, pregătirea sistematică a profesorilor școlari pentru a fi implicați în procesul de educație mecatronică lipsește.

Problema cea mai mare în contextul respectiv ține de faptul că majoritatea profesorilor rămân a fi încă insuficient familiarizați cu metodele de predare a roboticii educaționale.

Multe alte școli din țară care ar dori să includă robotica ca disciplină opțională pur și simplu nu au suficiente resurse pentru a procura echipamentele necesare. Mecatronica în acest context este disciplina care fiind studiată simultan cu Robotica ar desăvârși procesul de pregătire al elevilor în aceste domenii de mare perspectivă. Cu regret, sistemul educațional din țară, încă nu a reacționat prompt la aceste provocări ale timpului. Deja în multe state europene, sunt elaborate programe destinate studierii roboticii și mecatronicii, în sistemul preuniversitar. Din acest punct de vedere tot mai multe universități tehnice de pe mapamond includ, în ultima perioadă, specialitatea ”Robotică și Mecatronică” în programele de studiu. Acest fapt este dictat de dezvoltarea produselor tehnologice noi care reprezintă o sarcină primordială a firmelor.

Așa dar pregătirea profesorilor școlari de robotică și mecatronică educațională este o necesitate stringentă pentru a impulsiona, în ultima instanță, dezvoltarea produselor tehnologice de ultima generație. Dezvoltarea unui sistem modern de pregătire profesională a profesorilor de robotică și mecatronică rămâne a fi o provocare pentru sistemul educațional din țară.

Să punctăm câteva aspecte importante din punctul nostru de vedere care scot în evidență conexiunea dintre pregătirea în domeniul Roboticii și Mecatronicii cu procesul de producere a produselor tehnologice moderne. Să sesizăm care sunt tendințele actuale pe piața dezvoltării produselor tehnologice. Tendințele respective țin de modificările rapide și chiar ultrarapide pe piața produselor tehnologice. S-a observat faptul că scăderea duratei de viață a produselor tehnologice pe piața actuală devine un adevăr incontestabil.

Este demonstrat faptul că o întârziere de 6 luni în dezvoltarea unui produs tehnologic reduce câștigul total cu până la 30 %. Asigurarea calității produselor tehnologice noi și ritmul rapid de dezvoltare este un imperativ al timpului. Soluții de succes, în acest sens, presupun o îmbinare armonioasă a electronicii, software-ului cu mecanica.

Evoluția în timp a produselor tehnologice noi este axată pe mecanizare, automatizare și robotizare cât și posibilitatea de utilizare avansată a informației. În același timp, apariția microprocesorului și a memoriilor semiconductoare a permis o abordare funcțională a procesului de realizare a produselor tehnice.

Cele mai noi produse tehnologice presupun în prezent implementarea componentei mecanice și importante realizări din domeniul electronicii și tehnologiilor informaționale. Dezvoltarea rapidă a noilor produse tehnologice au avut la bază ascensiunea microelectronicii care a lansat pe piață noi oportunități [1-3]. Astfel:

Toate aspectele menționate mai sus au contribuit enorm la dezvoltarea Mecatronicii ca știință modernă. Aspectul cel mai important în producerea schimbărilor educaționale și dictate de piața muncii, îl constituie resursa umană, deoarece profesorii de informatică din școli, în mare parte, nu sunt foarte familiarizați cu robotica și mecatronica.

## **2. Ce este Mecatronica?**

Termenul “mecatronică” (MECANică + elecTRONICĂ) a fost lansat în 1969 de un inginer al firmei japoneze Yaskawa Electric și protejat până în 1982 ca marcă a acestei

firme. Se referea inițial la completarea structurilor mecanice din construcția aparatelor cu componente electronice.

În prezent "Mecatronica" este definită ca o știință inginerescă interdisciplinară, care, bazându-se pe îmbinarea armonioasă a elementelor din construcția de mașini, electrotehnică, informatică și tehnologii informaționale își propune să îmbunătățească performanțele și funcționalitatea produselor de înaltă tehnicitate, care se mai numesc și produse mecatronice.

**Exemple de produse mecatronice:** roboți, automobil modern, mașini-unelte cu comanda numerică, tehnică de calcul, tehnică de telecomunicații, aparatură biomedicală, aparatură electrocasnică, aparatură militară, etc.

Studiul mecatronicii și proiectarea și realizarea sistemelor mecatronice trebuie implementată prin prisma:

- a) *Mecanicii;*
- b) *Electronicii;*
- c) *Informaticii și tehnologiilor informaționale.*

Acest lucru impune pregătirea specialistului în mecatronică cu cunoștințe temeinice din domeniul mecanicii, electronicii, tehnicii de calcul și tehnologiilor informaționale (prin prisma conceptului STEAM), dar și al sistemelor mecatronice, de cele mai diferite tipuri, și al principiilor și etapelor de proiectare și realizare a acestora.

În anul 1986 Comitetul Consultativ pentru Cercetare și Dezvoltare Industrială al **Comunității Europene** recunoaște că Mecatronica este una din nevoile majore pentru cercetarea europeană și programele educaționale și definește mecatronică ca "o îmbinare sinergetică între ingineria Mecanica de precizie, controlul electronic și gândirea sistemică în proiectarea produselor și proceselor; este o tehnologie interdisciplinară care unește disciplinele de bază amintite și include deopotrivă domenii care, altfel, normal, nu ar putea fi asociate".

### **3. Clasificarea sistemelor mecatronice**

Fără îndoială că pot fi luate în considerare multiple criterii pentru clasificarea sistemelor mecatronice. Prezentarea unor sisteme mecatronice în continuare ne va permite înțelegerea esenței structurilor mecatronici. Una din clasificările sistemelor mecatronice, prezentată mai jos, se bazează pe sistemele mecanice, care constituie suportul pentru configurarea unei structuri mecatronice. Astfel:

- Componente mecanice (incluzând componente mecanice de bază – lagăre, ghidaje, cuplaje, angrenaje etc.);
- Mașini generatoare de energie – electromotoare, motoare cu combustie internă, turbine etc.
- Mașini consumatoare de energie – mașini unelte, utilaje tehnologice, mașini agricole;
- Vehicule (automobile, trenuri, vapoare, avioane, navete spațiale);

- Produse ale mecanicii fine (comutatoare, relee, senzori, actuatori și dispozitive de mecanică fină – înregistratoare, imprimante, dispozitive de comunicație, aparatură electrocasnică, aparatură optică, aparatură medicală);
- Produse ale micro-mecanicii (sisteme micro-mecanice – senzori, actuatori, motoare, pompe).

Prin adăugarea și integrarea componentelor electronice și de comandă cu sisteme de calcul la/în aceste structuri mecanice se obțin sisteme mecatronice corespunzătoare, care pot fi clasificate în [1-7]: Componente mecatronice; Mașini mecatronice; Vehicule mecatronice; Mecatronică de precizie.

#### **4. Repere în evoluția roboticii și calculatoarelor care au contribuit la dezvoltarea Mecatronicii**

În aceasta secțiune vom puncta câteva dintre principalele etape ale dezvoltării roboților și calculatoarelor care au contribuit semnificativ la dezvoltarea Mecatronicii moderne.

##### **A) Accente în evoluția dezvoltării roboților**

Cuvântul „robot” pentru prima oară este introdus în anul 1920, de Karel Čapek, scriitor ceh, în celebra piesa „R.U.R. (Rossum's Universal Robots)”. Mai jos vom puncta câteva repere semnificative în evoluția roboticii. La începutul anilor 1960 sunt construiți și primii roboți industriali. Fabricarea și utilizarea roboților a fost facilitată de rezolvarea unor probleme tehnice, care se referă la manipulare și automatizare. Astfel:

- **Problema manipulării la distanță.** Problema manipulării pieselor la distanță, cu ajutorul telemanipulatoarelor care reprezentau niște mecanisme articulate. Crearea telemanipulatoarelor a fost dictată de necesitatea manipulării materialelor radioactive, extrem de nocive pentru organismele vii, în procesul utilizării energiei nucleare. În 1947 a fost construit primul telemanipulator cu servo-acționare electrică.
- **Problema buclei închise.** În 1948 a fost introdusă legătura inversă (feed-back), realizându-se astfel telemanipulatorul cu „bucă închisă”. Fabricarea manipuletoarelor cu operator uman a implicat rezolvarea unor probleme esențiale pentru proiectarea și realizarea unui robot:
  - ✓ modelarea mișcărilor brațului și antebrațului omului cu ajutorul mecanismelor de poziționare;
  - ✓ modelarea mișcărilor de orientare specifice încheieturii mâinii omului cu ajutorul mecanismelor de orientare;
  - ✓ modelarea mișcărilor degetelor mâinii, specifice operațiilor de prindere.
- **Problema automatizării echipamentelor.** Problema automatizării mașinilor și echipamentelor, uneltelor prin intermediul comenzilor numerice. A permis stăpânirea comenzii incrementale a mișcărilor și a poziționării de mare precizie, prin dezvoltarea de servo-motoare, servo-comenzi și senzori de poziție/deplasare.
- **Problema automatizării calculelor.** Problema automatizării calculelor și a controlului cu ajutorul calculatoarelor electronice.

Soluționarea acestor probleme fundamentale (manipulării la distanță, buclei închise, automatizării echipamentelor, automatizării calculului) au contribuit la construirea și instalarea în anul 1961 a primului robot industrial – UNIMATE la General Motors.

În următoarele decenii industria automobilului a dictat ritmul privind construcția și producția roboților industriali. Astfel, în 2002, în Germania erau 120 de roboți la fiecare 10.000 de angajați, în schimb în industria automobilului proporția era de 1 robot la 10 muncitori productivi.

## **B) Etape în dezvoltarea calculatoarelor**

Prelucrarea automată a informațiilor a fost revoluționată de apariția și dezvoltarea calculatoarelor electronice numerice.

Prima generație de calculatoare a fost realizată cu tuburi electronice. Primul calculator din această generație fiind ENIAC (Electronical Numerical Integrator and Calculator), construit între 1942-1946 la Universitatea Pennsylvania.

A doua generație de calculatoare au ca element de bază tranzistoarele și se dezvoltă între anii 1950-1960. În continuare:

- Anul 1959 se consideră anul de naștere a microelectronicii. Tot în acest an se elaborează primul circuit integrat (TEXAS INSTRUMENTS);
- În anul 1971 a fost produs primul microprocesor de 4 biți - INTEL-4004;
- În anul 1974 a fost construit în premieră microprocesorul de 8 biți - INTEL-8080;
- În anul 1978 a fost creat și produs primul microcontroller;
- În anul 1981 a fost produs primul calculator personal IBM PC-XT;
- În anul 1985 au fost dezvoltate și lansate sistemele software AUTOCAD, dBASE III, IV, cât și limbajele de nivel superior: PASCAL, C;
- În anul 1986 au fost lansate pe piață limbaje de programare destinate rezolvării problemelor de inteligență artificială: LISP, PROLOG; procesare în limbaj natural;
- În anul 1987 s-a modificat esențial conceptul arhitecturii calculatoarelor, lansându-se pe piață calculatoare echipate cu hard-disk-uri.

Din anul 1987 și până în prezent în construcția calculatoarelor se păstrează și se dezvoltă următoarele tendințe importante:

- creșterea continuă a capacității de stocare a discurilor hard;
- dezvoltarea și implementarea tehnicilor de procesare în paralel;
- dezvoltarea și aplicarea discurilor optice read/write;
- construirea în baza nano-tehnologiilor a microprocesoarelor superperformante;
- dezvoltarea și implementarea unor noi sisteme de operare, cu performanțe speciale;
- creșterea și utilizarea pe larg a capacității memoriei interne;
- mărirea vitezei de prelucrare a informației;
- dezvoltarea și extinderea posibilităților de lucru a modulelor grafice;
- creșterea capacității de vizualizare (numărul de pixeli pe mm<sup>2</sup>) a monitoarelor.

Reperete punctate mai sus în dezvoltarea roboticii, calculatoarelor, microprocesoarelor și limbajelor de programare au contribuit esențial la dezvoltarea și evoluția Mecatronicii moderne. În acest sens, Mecatronica contemporană combină robotica, electronica, programarea calculatoarelor și ingineria mecanică pentru a dezvolta produse tehnologice de ultima oră: echipamente mașini, instalații cu funcționare automată sau autonomă.

## **5. Ce competențe trebuie să posedă profesorii de Robotică și Mecatronică?**

Profesorul de Robotică și Mecatronică, trebuie să cunoască tehnicile care stau la baza sistemelor inteligente automate și autonome. Ar trebui să aibă abilități în electronica digitală, microprocesoare, comanda și control asistate de calculator, dezvoltare software, dar și cunoștințe elementare privind "computer vision", "machine learning" și chiar rețele neuronale. Altfel spus, cunoștințe care țin de inteligența artificială. Toate acestea vor fi aplicate pe echipamentele specifice sistemelor biotehnice. Sistemele biotehnice reprezintă sistemele tehnice care pot fi mobile ori fixe și care, totodată, interacționează cu materia vie și care sunt întâlnite în industria alimentară, mediu și agricultură.

În contextul celor menționate mai sus profesorul care va ține ore de Mecatronică educațională, un domeniu interdisciplinar al științei și tehnicii, ar trebui, în opinia noastră, să înțeleagă esența științelor care țin de mecanică, electronică și informatică. Însă nu trebuie să uităm că Mecatronica conține informație din așa discipline, precum: electrotehnica, energetica, tehnica de cifrare, tehnica microprocesării informației, tehnica reglării și altele.

Astfel, competențele profesionale ale profesorului de Robotică și Mecatronică trebuie să fie axate pe:

- Dezvoltarea și aplicarea cunoștințelor fundamentale de cultură tehnică generală și de specialitate pentru rezolvarea problemelor tehnice elementare specifice domeniului Robotică și Mecatronică;
- Elaborarea și utilizarea celor mai simple scheme, diagrame structurale și de funcționare, a reprezentărilor grafice și a documentelor tehnice elementare specifice domeniului Robotică și Mecatronică;
- Realizarea și implementarea de aplicații de automatizare locală în mecatronică și robotică utilizând componente și ansambluri tipizate și resurse CAD;
- Proiectare asistată, realizare și mentenanța sistemelor mecatronice prin integrarea subsistemelor componente (mecanice, electronice, optice (senzori), informatice etc.)

Având aceste competențe profesionale, profesorul de Robotică și Mecatronică, va fi în stare ca împreună cu elevii să poată particulariza anumite componente ale inteligenței artificiale. De exemplu, vor putea dezvolta sisteme biotehnice autonome, putând să aplice cunoștințe și tehnici pentru dezvoltarea echipamentelor și mașinilor off-road la:

- Dezvoltarea și adaptarea echipamentelor și uneltelor educaționale care ar putea îndeplini anumite funcții în cariere, mine, peșteri, etc.
- Construirea și adaptarea unor vehicule educaționale off-road care ar putea să se deplaseze pe terenuri accidentale, ocolind obstacole de anumite dimensiuni;

- Dezvoltarea și adaptarea unor mașini educaționale pentru realizarea unor lucrări agricole;
- Asamblarea și adaptarea unor drone educaționale pentru realizarea scopurilor specifice meteorologiei, geografiei, chimie, etc.
- Asamblarea unor roboți educaționali (echipamente) care ar putea să ridice la o anumită înălțime obiecte de anumite greutate și dimensiuni.

Evident, în acest sens, exemple, sarcini pot fi menționate cu mult mai multe și mai diverse. Am punctat doar câteva pentru a ilustra posibilitatea particularizării anumitor componente ale inteligenței artificiale prin intermediul lecțiilor de Robotică și Mecatronică.

Să urmărim ce se face în lume pentru pregătirea specialiștilor în acest domeniu. Deoarece marile companii industriale au manifestat interes pentru specialiștii din domeniul Mecatronicii, în anul 1988 a fost lansat cursuri postuniversitare de mecatronica susținut de Universitatea Catolica din Leuven (Belgia), T.H. Aachen (Germania) și Institutul de Tehnologie Cranfield (Anglia).

Iar în așa țări din Europa de Est precum Polonia, Cehia, Bulgaria, Ungaria au fost dezvoltate programe pentru licee de Educație Mecatronică care se implementează sub egida Facultăților unde se studiază Mecatronica și Robotica. În România în anul 1991 a fost introdusă specialitatea de Mecatronică la Universitățile din Suceava, Iași, Brașov. Mai târziu, s-a introdus specialitatea respectivă și la Universitățile din Cluj, București și Timișoara. În anul 2017, în Moldova, la UTM, a fost lansat programul de studii 07147 „Robotica și Mecatronica”.

Reforma învățământului preuniversitar și universitar trebuie să țină seama de cerințele privind eficientizarea educației tehnologice și, în cadrul acesteia, a educației mecatronice, componenta esențială a acesteia. Pregătirea profesorilor școlari în domeniul Roboticii și Mecatronicii constituie elementul central în impulsivarea reformei respective. Doar așa vom putea pregăti sectorul real al economiei să facă față provocărilor captivante ale celei de a patra revoluții industriale-**Industry 4.0**.

## **Bibliografie**

1. Auslander D.M. Mechatronics: A Design and Implementation Methodology for Real Time Control Software. Berkely University, 1997.
2. Bălan R. Microcontrolere. Structură și aplicații. Cluj-Napoca: Editura Todesco, 2002.
3. Bishop H.R. The mechatronics handbook. London-NY-Washington: CRC Press, 2002.
4. Blanchard B.S., Fabrycky W.J. Systems engineering and analysis. Prentice Hall, 2006.
5. Devdas S., Kolk A.R. Mechatronics system design. Boston: PWS Publis. Comp., 1997.
6. Dolga V. Senzori și traductoare. Timișoara: Editura Eurobit, 1999.
7. Dolga V. Elemente de inginerie mecanică în construcția echipamentelor electronice. Vol.1. Editura Politehnica, 2003.