

FIȘA DISCIPLINEI

Anul universitar 2024-2025

Decan,
Conf.dr.ing. Gelu IANUȘ

1. Date despre program

1.1 Instituția de învățământ superior	Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași
1.2 Facultatea	Mecanică
1.3 Departamentul	Inginerie Mecanică, Mecatronică și Robotică
1.4 Domeniul de studii	Mecatronică și Robotică
1.5 Ciclu de studii ¹	Masterat
1.6 Programul de studii	Mecatronică Avansată

2. Date despre disciplină

2.1.1 Denumirea disciplinei	Bionică <i>Bionics</i>						
2.1.2 Codul disciplinei	MA.IA.104						
2.2 Titularul activităților de curs	conf.dr.bioing. Cârlescu Vlad						
2.3 Titularul activităților de aplicații	conf.dr.bioing. Cârlescu Vlad						
2.4 Anul de studii ²	I	2.5 Semestrul ³	I	2.6 Tipul de evaluare ⁴	E	2.7 Tipul disciplinei ⁵	DS

3. Timpul total estimat al activităților zilnice (ore pe semestru)

3.1 Număr de ore pe săptămână	3	din care 3.2 curs	2	3.3a sem.		3.3b laborator	1	3.3c proiect	
3.4 Total ore din planul de învățământ ⁶	42	din care 3.5 curs	28	3.6a sem.		3.6b laborator	14	3.6c proiect	
Distribuția fondului de timp ⁷									Nr. ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe									20
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren									20
Pregătire seminarii/laboratoare/proiecte, teme, referate și portofolii									22
Tutoriat ⁸									14
Examinări ⁹									7
Alte activități:									-
3.7 Total ore studiu individual ¹⁰	83								
3.8 Total ore pe semestru ¹¹	125								
3.9 Numărul de credite	5								

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum ¹²	• Tribologie • Sisteme de acționare 1 • Senzori și sisteme senzoriale • Bazele roboticii • Proiectarea sistemelor mecatronice • Dinamica sistemelor mecatronice • Acționarea sistemelor mecatronice/Servomecanisme • Structuri mecatronice cu automate programabile/Automatizări electropneumatice și pneumatice • Calculul și construcția sistemelor mecatronice/Elemente constructive de mecatronică
4.2 de competențe	• Noțiuni de tribologie: cunoașterea noțiunilor de frecare, uzare și ungere, capacitatea de a stabili tipul de frecare și regimul de ungere de la nivelul unor tribosisteme, de a determina presiunile și deformările de contact în diverse cuple de frecare, de a aprecia fenomenele tribologice ce apar la nivelul cuplurilor de frecare din organismele biologice, cunoașterea metodelor moderne de evaluare a frecării la scară micro și nano. • Cunoașterea principiului de funcționare al actuatorilor hidraulici și pneumatici și aplicațiile acestora. • Cunoașterea principalelor tipuri de senzori utilizați în mecatronică. • Cunoașterea principiilor de funcționare ale actuatorilor neconvenționali pe bază de materiale inteligente și aplicațiile acestora în sistemele mecatronice moderne ce imită organismele vii.

5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1 de desfășurare a cursului ¹³	• Sală dotată cu tablă clasică, ecran de proiecție-videoprojector
5.2 de desfășurare a seminarului / laboratorului / proiectului ¹⁴	• Standuri/echipamente de laborator/soft-uri/dispozitive

6. Obiectivele disciplinei (reieșind din grila competențelor specifice acumulate)

6.1 Obiectivul general al disciplinei	Dobândirea de cunoștințe necesare pentru înțelegerea proceselor și fenomenelor întâlnite în natură la organismele vii ce pot reprezenta sursă de inspirație în dezvoltarea de noi mecanisme, structuri, materiale, produse și dispozitive biomimetice care atrag după sine un progres tehnologic deosebit.
6.2 Obiective specifice	- Cunoașterea și dobândirea de cunoștințe inovative și recente în domeniul Bionicii sau Biomimeticii, domeniu ce este în plină dezvoltare și propune aplicații spectaculoase în zona mecatronicii și roboticii și nu numai. - Dobândirea de cunoștințe generale privind procesele tribologice la scară micro și nano în diverse sisteme biologice. Însușirea principalelor tehnici de investigare a frecării și adeziunii la scară micro prin realizarea de experimente. - Cunoașterea soluțiilor biomimetice în ceea ce privește mecanismul de adeziune al unor viețuitoare, dezvoltarea mușchilor artificiali, a mâinii bionice, a unor senzori tactili și recunoaștere de obiecte.

7. Rezultatele învățării

Cunoștințe	- cunoaște principiile și conceptele de bază ale bionicii și biomimeticii ca sursă de inspirație pentru dezvoltarea sistemelor mecatronice; - înțelege fenomenele de frecare, adeziune, comportament reologic și tribologie la nivelul pielii și articulațiilor biologice; - cunoaște tehnologiile și metodele de investigare micro/nano pentru studiul materialelor și suprafețelor biologice; - înțelege principiile funcționale ale mușchilor naturali și soluțiile ingineresti pentru mușchi artificiali și actuatori biomimetici; - cunoaște structura și funcționalitatea mâinii bionice, a sistemelor de prehensiune și a senzorilor inspirați biologic; - înțelege legătura dintre structuri biologice și aplicațiile moderne din domeniul roboticii, protezelor, materialelor inteligente și pielii artificiale.
Aptitudini	- identifică și analizează fenomene biologice relevante ce pot fi replicate în sisteme mecatronice inovative; - aplică metode de măsurare și investigare la scară micro/nano pentru evaluarea tribologică a pielii și materialelor biomimetice; - realizează teste experimentale privind frecarea, adeziunea, elasticitatea și comportamentul materialelor utilizate pentru aplicații bionice; - evaluează și compară performanțele unor materiale pentru utilizarea în structuri artificiale (ex. piele artificială, senzori tactili); - contribuie la dezvoltarea de soluții bionice pentru aplicații mecatronice prin aplicarea cunoștințelor tribologice, biomecanice și tehnologice; - prezintă și argumentează în mod clar rezultatele activităților experimentale și concluziile trase din perspectiva aplicabilității ingineresti.
Responsabilitate și autonomie	- își asumă responsabilitatea pentru proiectarea și testarea de soluții tehnice inspirate din natură pentru aplicații mecatronice; - demonstrează autonomie în investigarea și interpretarea datelor experimentale în contextul aplicațiilor bionice; - fundamentează decizii ingineresti privind utilizarea materialelor sau principiilor biologice în produse și structuri tehnice; - colaborează și comunică eficient în echipe multidisciplinare pentru rezolvarea problemelor legate de dezvoltarea de produse biomimetice; - manifestă inițiativă în cercetarea aplicativă, participând activ la dezvoltarea și promovarea inovațiilor bionice; - respectă principiile etice în aplicarea și dezvoltarea tehnologiilor inspirate din viața biologică.

8. Conținuturi

8.1 Curs ¹⁵	Metode de predare ¹⁶	Observații
Cap. 1 Introducere în Bionică (Biomimetică). Procese și modele din natură ca sursă de inspirație pentru om.	Prelegere clasică. Expunere cu videoproiector. Discuții	4 ore
Cap. 2 Noțiuni fundamentale de micro și nano-tribologie.		2 ore
Cap. 3 Frecarea și adeziunea în sistemele biologice - sursă de inspirație pentru microsistemele mecatronice.		4 ore
Cap. 4 Tehnici și metode de investigare la scară micro și nano.		2 ore
Cap. 5 Mușchii – sisteme biologice de acțiune. Soluții pentru mușchi artificiali.		4 ore
Cap. 6 Roboți inspirați biologic.		2 ore
Cap. 7 Sisteme antropomorfe de prehensiune inspirate biologic. Mâna bionică.		2 ore
Cap. 8 Frecarea, aderența și comportamentul reologic al pielii umane - sursă de inspirație pentru sisteme moderne de protezare ale membrelor superioare sau inferioare umane.		4 ore
Cap. 9 Procese biotribologice în articulațiile umane și în articulațiile protezate.		2 ore
Cap. 10 Structuri senzoriale biologice - surse de inspirație pentru senzori și microsenzori.		2 ore
Bibliografie:		

1. Yoseph Bar-Cohen, BIOMIMETICS. Biologically Inspired Technologies, CRC Press, 2006 2. M. Scherge and S. Gorb, Biological Micro- and Nano-tribology. Nature's solutions, Springer, 2001 3. Gh. Prisăcaru, V. Cârlescu, D. Olaru, Actuatori neconvenționali în mecatronică. Principii de funcționare. Aplicații, Ed. Tehnopress, Iași, 2014 4. Federico Carpi, Danilo De Rossi, Roy Kornbluh, Ronald Pelrine, Peter Sommer-Larsen, Dielectric Elastomers as Electromechanical Transducers. Fundamentals, Materials, Devices, Models and Applications of an Emerging Electroactive Polymer Technology, Elsevier, 2007 5. S. Derler and L.-C. Gerhardt, Tribology of Skin: Review and Analysis of Experimental Results for the Friction Coefficient of Human Skin, Tribol Lett (2012) 45:1–27 6. Olga Speck, David Speck, Rafael Horn, Johannes Gantner and Klaus Peter Sedlbauer, Biomimetic bio-inspired biomorph sustainable? An attempt to classify and clarify biology-derived technical developments, Bioinspir. Biomim. 12 (2017) 011004 7. Jan Knippers, Klaus G. Nickel, Thomas Speck, Biomimetic Research for Architecture and Building Construction, Biological Design and Integrative Structures, Springer 2016 8. Harun Yahya, Biomimetics, Technology imitates nature, Global Publishing, March 2006 9. Göran Pohl, Werner Nachtigall, Biomimetics for Architecture & Design, Nature—Analogies—Technology, Springer 2015 10. Petra Gruber, BIOMIMETICS IN ARCHITECTURE, ARCHITECTURE OF LIFE AND BUILDINGS, Springer 2011 11. Biomimetics: strategies for product design inspired by nature – a mission to the Netherlands and Germany, REPORT OF A DTI GLOBAL WATCH MISSION JANUARY 2007 12. Werner Nachtigall, Alfred Wisser, Bionics by Examples, 250 Scenarios from Classical to Modern Times, Springer 2015 13. Fernando Pacheco Torgal, J.A. Labrincha M.V. Diamanti, C.-P. Yu, H.K. Lee, Biotechnologies and Biomimetics for Civil Engineering, Springer 2015 14. Hermann Ehrlich, Extreme Biomimetics, Springer 2017 15. John P. Fisher, Antonios G. Mikos, Joseph D. Bronzino, Tissue Engineering, CRC Press 2007 16. Yoseph Bar-Cohen, David Hanson, The coming robot revolution, Springer 2009 17. Ionel STAREȚU, Bionica, o știință fundamentală, prea puțin promovată, Buletinul AGIR, nr. 1/2016, ianuarie-martie		
8.2a Seminar	Metode de predare ¹⁷	Observații
-		
8.2b Laborator	Metode de predare ¹⁸	Observații
L1. Protecția muncii. Informații privind terminologia practică: Metodă, investigație, demers, instrument.	Informații privind terminologia practică la disciplina Bionică	2 ore
L2. Echipamentul și metoda de determinare a forțelor de frecare și de adeziune la scară micro.	Descriere metodă, descriere stand experimental, achiziție și prelucrare date, discuții	2 ore
L3. Echipamentul și metoda pentru evaluarea stării suprafețelor în diverse sisteme biologice.	Descriere metodă, descriere stand experimental, achiziție și prelucrare date, discuții	2 ore
L4. Determinarea modulului de elasticitate al pielii degetelor mâinii umane.	Descriere metodă, descriere stand experimental, achiziție și prelucrare date, discuții	2 ore
L5. Determinarea coeficientului de frecare la nivelul pielii degetelor în contact cu diverse su prafețe/corpuri.	Descriere metodă, descriere stand experimental, achiziție și prelucrare date, discuții	2 ore
L6. Evaluarea comportării mecanice și tribologice a unor materiale polimerice ca posibile materiale pentru realizarea de piele artificială în structuri de prehensiune biomimetice/mână bionică.	Descriere metodă, descriere stand experimental, achiziție și prelucrare date, discuții	2 ore
L7. Prezentare referate.	Prezentare, analiză de lucrări și discuții.	2 ore
8.2c Proiect	Metode de predare ¹⁹	Observații
-		
Bibliografie: 1. M. Scherge and S. Gorb, Biological Micro- and Nano-tribology. Nature's solutions, Springer, 2001 2. Z.R. Zhou, Z.M.Jin, Biotribology: Recent progresses and future perspectives, Biosurface and Biotribology 1 (2015), 3–24 3. Anand Jagota, Chung-Yuen Hui, Adhesion, friction, and compliance of bio-mimetic and bio-inspired structured interfaces, Materials Science and Engineering R 72 (2011) 253–292 4. Ajay P. Malshe, Salil Bapat, Kamlakar P. Rajurkar, Han Haitjema, Bio-inspired textures for functional applications, CIRP Annals - Manufacturing Technology 67 (2018) 627–650 5. Noor Veijgen, Skin friction. A novel approach to measuring in vivo human skin, PhD Thesis, University of Twente, Enschede, NL, February 2013 6. Marina Morales Hurtado, Mimicking the tribo-mechanical performance of human skin: A scale-dependent approach based on poly(vinyl alcohol) hydrogel, PhD Thesis, University of Twente, Enschede, NL, October 2016 7. Gregory S. Watson, David W. Green, Lin Schwarzkopf, Xin Li, Bronwen W. Cribb, Sverre Myhra, Jolanta A. Watson, A gecko skin micro/nano structure – A low adhesion,superhydrophobic, anti-wetting, self-cleaning, biocompatible, antibacterial surface, Acta Biomaterialia 21 (2015) 109–122 8. Qilan Li, A practical fabrication method of the gecko-inspired easy-removal skin adhesives, Biosurface and Biotribology3(2017)66–74		

9. Dashuai Tao, JinWan, NoshirS.Pesika, HongboZeng, ZheyuLiu, XiangjunZhang, Yonggang Meng, YuTian, Adhesion and friction of an isolated gecko setal array: The effects of substrates and relative humidity, Biosurface and Biotribology1(2015) 42–49
10. Yasong Li, Jeffrey Krahn, Carlo Menon, Bioinspired Dry Adhesive Materials and Their Application in Robotics: A Review, Journal of Bionic Engineering 13 (2016) 181–199
11. Stephen Coyle, Carmel Majidi, Philip LeDuc, K. Jimmy Hsia, Bio-inspired soft robotics: Material selection, actuation, and design, Extreme Mechanics Letters 22 (2018) 51–59
12. Mirali Pandya and Thomas G. H. Diekwisch, Enamel biomimetics—fiction or future of dentistry, International Journal of Oral Science (2019) 11:8
13. Hoon Eui Jeong, Kahp Y. Suh, Nanohairs and nanotubes: Efficient structural elements for gecko-inspired artificial dry adhesives, Nano Today (2009) 4, 335—346
14. Danilo De Rossi, Federico Carpi, Enzo Pasquale Scilingo, Polymer based interfaces as bioinspired ‘smart skins’, Advances in Colloid and Interface Science 116 (2005) 165 – 178
15. R S Trask, H RWilliams and I P Bond, Self-healing polymer composites: mimicking nature to enhance performance, Bioinsp. Biomim. 2 (2007) P1–P9

9. Coroborarea conținuturilor disciplinei cu așteptările reprezentanților comunității epistemice, asociațiilor profesionale și angajatori reprezentativi din domeniul aferent programului²⁰

- Disciplina Bionică cuprinde elemente inovative și de ultimă oră despre produse ingineresti ce au ca sursă de inspirație procese sau fenomene din natură, produse cu importanță majoră în progresul omenirii. Pentru a putea concepe astfel de produse biomimetice, absolvenții acestui master își pot însuși noțiuni importante și temeinice dar și aptitudini practice de investigare a unor procese și fenomene. Acest curs răspunde necesității unei astfel de pregătiri în domeniul mecatronicii.

10. Evaluare

Tip activitate	10.1 Criterii de evaluare	10.2 Metode de evaluare	10.3 Pondere din nota finală
10.4 Curs	• Cunoștințe teoretice însușite (cantitatea, corectitudinea, acuratețea)	Teste pe parcurs ²¹ : Nu este cazul	%
		Teme de casă: Nu este cazul	%
		Evaluare finală:	50% (minim 5)
10.5a Seminar	• Frecvența/relevanța intervențiilor sau răspunsurilor	• Evidența intervențiilor, portofoliu de lucrări (referate, sinteze științifice)	%
10.5b Laborator	• Cunoașterea aparaturii, a modului de utilizare a instrumentelor specifice; evaluarea unor instrumente sau realizări, prelucrarea și interpretarea unor rezultate	• Răspuns oral • Caiet de laborator (lucrări experimentale, referate) • Demonstrație practică	50% (minim 5)
10.5c Proiect	• Calitatea proiectului realizat, corectitudinea documentației proiectului, justificarea soluțiilor alese	• Autoevaluarea, prezentarea și/sau susținerea proiectului • Evaluarea critică a unui proiect	% (minim 5)
10.5d Alte activități ²²	•	• Participarea la cercuri științifice studentești	% (minim 5)

10.6 Standard minim de performanță²³

Studentii care promovează examenul la disciplina „Bionică” vor trebui să cunoască următoarele noțiuni minime: Conceptul de Bionică sau Biomimetică, Exemple de modele bionice inspirate din natură, Principiile care stau la baza modelelor biologice ce au reprezentat sursă de inspirație pentru oamenii de știință, Implicațiile tribologiei în modelele bionice, Tehnici și metode de investigare la scară micro și nano, Soluții ingineresti pentru mușchi artificial, Proteze bionice ale membrilor, Tribologia pielii umane.

Data completării,
10.09.2024

Semnătura titularului de curs,
conf.dr.bioing. Vlad CÂRLESCU

Semnătura titularului de aplicații,
conf.dr.bioing. Vlad CÂRLESCU

Data avizării în departament,
12.09.2024

Director departament,
Prof.dr.ing. Ioan DOROFTEI

¹Licență / Master

²1-4 pentru licență, 1-2 pentru master

³1-8 pentru licență, 1-3 pentru master

⁴Examen, colocviu sau VP A/R – din planul de învățământ

⁵DF - disciplină fundamentală, DID - disciplină în domeniu, DS – disciplină de specialitate sau DC - disciplină complementară - din planul de învățământ

⁶Este egal cu 14 săptămâni x numărul de ore de la punctul 3.1 (similar pentru 3.5, 3.6abc)

⁷Liniile de mai jos se referă la studiul individual; totalul se completează la punctul 3.7.

⁸Între 7 și 14 ore

⁹Între 2 și 6 ore

¹⁰Suma valorilor de pe liniile anterioare, care se referă la studiul individual.

¹¹Suma dintre numărul de ore de activitate didactică directă (3.4) și numărul de ore de studiu individual (3.7); trebuie să fie egală cu numărul de credite alocate disciplinei (punctul 3.9) x 24 de ore pe credit.

¹²Se menționează disciplinele obligatoriu a fi promovate anterior sau echivalente

¹³Tablă, videoproiector, flipchart, materiale didactice specifice etc.

¹⁴Tehnică de calcul, pachete software, standuri experimentale, etc.

¹⁵Titluri de capitole și paragrafe

¹⁶Expunere, prelegere, prezentare la tablă a problematicii studiate, utilizare videoproiector, discuții cu studenții (pentru fiecare capitol, dacă este cazul)

¹⁷Discuții, dezbateri, prezentare și/sau analiză de lucrări, rezolvare de exerciții și probleme

¹⁸Demonstrație practică, exercițiu, experiment

¹⁹Studiu de caz, demonstrație, exercițiu, analiza erorilor etc.

²⁰Legătura cu alte discipline, utilitatea disciplinei pe piața muncii

²¹Se vâpreciza numărul de teste și săptămânile în care vor fi susținute.

²²Cercuri științifice, concursuri profesionale etc.

²³Se particularizează la specificul disciplinei standardul minim de performanță din grila de competențe a programului de studii, dacă este cazul.