

MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII AL REPUBLICII MOLDOVA
UNIVERSITATEA DE STAT „ALECU RUSSO” DIN BĂLȚI
FACULTATEA DE ȘTIINȚE REALE, ECONOMICE ȘI ALE MEDIULUI
CATEDRA DE ȘTIINȚE FIZICE ȘI INGINEREȘTI

CURRICULUM

la unitatea de curs:

NANOTEHNOLOGII

Ciclul II, studii superioare de master

Domeniului general de studiu: 071 Inginerie și activități ingineresti;

Tipul programului: Master profesional;

Denumirea programului de master: Inginerie inovațională și transfer tehnologic în
industria auto

Forma de învățământ: cu frecvență

Autor:

prof. univ., dr .hab., DHC. Pavel TOPALĂ



BĂLȚI, 2024

Discutat și aprobat la ședința Catedrei de științe fizice și inginerești.

Procesul-verbal nr. 12 din 03.04. 2024.

Șeful Catedrei de științe fizice și inginerești VCP conf. univ., dr. Vitalie BEȘLIU

Analizat și recomandat la ședința Comisiei metodice a Facultății de Științe Reale, Economice și ale Mediului.

Procesul-verbal nr. 4 din 05.06. 2024.

Președintele Comisiei metodice al Consiliului Facultății de Științe Reale, Economice și ale Mediului CPJ conf. univ., dr. Lidia POPOV

Discutat și aprobat la ședința Consiliului Facultății de Științe Reale, Economice și ale Mediului

Procesul-verbal nr. 1 din 10.06. 2024.

Decanul Facultății de Științe Reale, Economice și ale Mediului IC conf. univ., dr. Ina CIOBANU



Informații de identificare a unității de curs

Facultatea: de Științe Reale, Economice și ale Mediului

Catedra: de științe fizice și ingineresti

Codul și denumirea domeniului general de studiu: 071 Inginerie și activități ingineresti

Codul și denumirea domeniului de formare profesională: 0710 Inginerie și management

Denumirea programului de master: Inginerie inovațională și transfer tehnologic în industria auto

Tipul programului de master: Master profesional

Denumirea unității de curs: Nanotehnologii

Codul unității de curs	Nr de credite ECTS	Total ore	Repartizarea orelor					Forma de evaluare	Limba de predare
			Curs	Seminar	Laborator	Proiect	L.ind		
S.02.A.015	4	120	24	-	8	-	88	Examen	Rom

Anul de studii și semestrul în care se studiază: Anul I, semestrul 2

Forma de organizare a învățământului: Cu frecvență

Regimul unității de curs: Obligatorie

Categoria formativă: De specialitate

Informații referitoare la cadrul didactic



Titularul cursului: **Topala Pavel dr. hab., prof. univ., DHC.**, la Catedra de științe fizice și ingineresti, a absolvit Institutul Pedagogic de Stat „Alecu Russo” din Bălți.

Facultatea Fizică și Matematică, Specialitatea Discipline tehnice cu specialitatea suplimentară fizica (1980). Doctorantura (1988). Doctor în tehnică (1994), conferențiar universitar (2001), doctor habilitat în tehnică (2008), profesor universitar (2009), șef al catedrei Tehnică și tehnologii (2003 - 2009), decan al Facultății de Științe Reale (2010 - 2013), decan al Facultății de Științe Reale, Economice și ale Mediului (2013 - 2017), din 2017-2022 Președintele Consiliului Științific al USARB, 2019 – academician de onoare a Academiei de Științe Tehnice din România, 2021- profesor asociat la Universitatea de Științe și Tehnologie „Politehnica” din București, 2022- DHC al Universității Tehnice „Gn. Asachi” din Iași.

Orele de consultație - conform orarului de la Catedră, consultațiile se oferă în cadrul

grupului pe Viber, poșta electronică, videoconferință (aplicații Google.Meet, Zoom).

E-mail: pavel.topala@gmail.com

Integrarea cursului în programul de studii

Unității de curs: „Nanotehnologii” este prevăzută în planul de învățământ, ciclul II, studii superioare de master, la specialitatea „Inginerie inovațională și transfer tehnologic în industria auto”, în semestrul 2, anul I de studii, făcând parte din pregătirea de specializare a studenților.

Scopul acestui curs este dezvoltarea capacității decizionale referitoare la aplicarea a noi metode de elaborare și prelucrare a materialelor metalice. De asemenea, acest curs este direcționat spre dobândirea aptitudinilor și competențelor necesare elaborării proceselor nanotehnologice.

Acest curs, este următoarea treaptă de pregătire a specialistului inginer în baza unităților de curs: „Tehnologii moderne și inovații în inginerie I și Tehnologii moderne și inovații în inginerie II”.Cursul contribuie la formarea competențelor ingineresti de elaborare și prelucrare a materialelor la scară nanometrică, în baza structurii și proprietăților mecanice, fizice, chimice și tehnologice.

Această unitate de curs este destinată studenților de la programul de master: Inginerie inovațională și transfer tehnologic studii superioare de master, Facultatea de Științe Reale, Economice și ale Mediului, ca disciplină de specializare.

Competențe prealabile

- Cunoașterea temelor: definirea noțiunii de nanotehnologii, metode de elaborare și prelucrare a materialelor metalice;
- Deprinderea aptitudinilor și competențelor necesare elaborării proceselor nanotehnologice.

Competențe dezvoltate în cadrul cursului

Competențe profesionale:

CP1 Conceperea, proiectarea produselor industriale, proceselor tehnologice, sistemelor automatizate cu caracter inovativ în situații deosebite cu utilizarea soluțiilor

CP2 Utilizarea independentă a calculatorului pentru conceperea, modelarea produselor, proceselor, fenomenelor, sistemelor cu grad înalt de automatizare în situații deosebite, originale cu grad sporit de noutate

CP3 Aplicarea mijloacelor de cercetare, capacității de cercetare în scopul

conceperii procedurilor teoretice sau experimentale pentru îmbunătățirea sau rezolvarea problemelor ingineresti din cercetarea academică sau industrială

CP5 Realizarea eficientă a inovațiilor, transferului tehnologic și îmbunătățirea continuă a produselor, proceselor, sistemelor tehnice, proceselor manageriale în situații deosebite cu utilizarea soluțiilor originale.

CP6 Conceperea, planificarea, realizarea proiectelor inovaționale, de transfer tehnologic, de cercetare-dezvoltare, activând în contextul constângerilor tehnico-economice, de timp, de mediu, social, etic, de sănătate în situații deosebite, complexe și interdisciplinare cu utilizarea soluțiilor originale.

Competențe transversale:

CT2 Desfășurarea eficientă și eficace a activităților tradiționale și inovative organizate în echipă prin aplicarea tehnicilor de relaționare în grup, prin promovarea spiritului de inițiativă, a dialogului și respectului față de ceilalți.

Finalitățile cursului

La finele cursului studentul va fi capabil:

- să aplice cunoștințele nano-tehnologice la definitivarea deciziilor tehnologice și la organizarea procesului de producere la scară nanometrică;
- să identifice și să structureze un proces nanotehnologic de elaborare a unui obiect sau piese și de prelucrare a acestuia în condiții economice optime;
- să determine elementele regimului de prelucrare și să execute implementarea în practică a unor metode nano-tehnologice de prelucrare;
- să aplice, după necesitate, în cadrul prelucrării de nanomateriale a procedeele speciale, bazate pe alte principii decât cele clasice.

Conținutul

Prelegeri – 24 de ore

Nr. d/o	Conținutul tematic	Ore
1.	Definirea nanoștiinței și nanotehnologiei. Scurt istoric privind dezvoltarea nanotehnologiilor	2
2.	Microstructura. Atracția și repulsia particulelor elementare. Exemplu de calcul a forței de legătură ionică	2
3.	Instrumentele și metodele nanoștiinței și nanotehnologiei. Microscopia electronica (ME), microscopia de scanare (SEM), microscopia cu aplicarea efectului de tunel (STM), microscopia de forță atomică (AFM), microscopie cu sondă de scanare	2

Nr. d/o	Conținutul tematic	Ore
	(SPM) metoda difracției razelor X	
4.	Depunerea de filme subțiri pe suprafețele funcționale ale pieselor: depunerea de filme oxidice și hidrooxidice cu aplicarea DEI, depunerea filmelor carbonice cu aplicarea DEI; depunerea de filme metalice prin pulverizare catodică în sistem magnetron	2
5.	Procedee tehnologice de obținere a nanoparticulelor: metoda eroziunii electrice	2
6.	Explozia electrică a conductoarelor în gaze inerte. Metoda lui Krecimer de obținere a fulerenilor și nanotuburilor (Pulverizarea grafitului cu arc electric)	2
7.	Obținerea fulerenilor prin vaporizarea grafitului cu radiație laser	2
8.	Tehnologia formării fulerenilor și nanotuburilor prin metoda chimică de depunere de vapori.	2
9.	Nanofire și nanotuburi: creșterea templată a nanofirelor prin depunerea electrochimică: depunerea electrochimică a nanofirelor	2
10.	Tehnologia de formare a nanofirelor prin întinderea fibrei din sticlă	2
11.	Tehnologii specifice de nanoprelucrare (nanofinisarea prin curgere abrazivă – afm, prelucrarea ultraprecisă prin așchiere asistată de vibrații ultrasonice, nanoșlefuirea ceramicelor – elid, nanofinisarea materialelor semiconductoare, nanoprelucrarea calelor plan paralele, prelucrarea bilelor ultraprecise pentru rulmenți, prelucrarea lentilelor sferice ultraprecise)	2
12.	Nanotehnologia aplicată în construcția transmisiilor de nouă generație. Transmisii precesionale moleculare; nanomotoare reductoare precesionale	2
Total		24

Laboratoare – 8 ore

Nr. d/o	Denumirea lucrării de laborator	Nr. de ore
1.	Lucrarea de laborator 1. Determinarea parametrilor descărcărilor electrice: durata, forma, intensitatea curentului, căderea de tensiune pe interstițiu, energia degajată în interstițiu, randamentul utilizării energiei	1
2.	Lucrarea de laborator 2. Tehnologia formării peliculelor de oxizi și hidro-oxizi pe suprafețe metalice în mediu de aer	2
3.	Lucrarea de laborator 3. Cercetarea procesului de obținere a suprafețelor cu micro- și nano- geometrie prescrisă cu aplicarea descărcărilor electrice în impuls	2
4.	Lucrarea de laborator 4. Tehnologia formării peliculelor carbonice pe suprafețele pieselor executate din oțel -30 cu aplicarea DEI	1
5.	Lucrarea de laborator 6. Cercetarea tehnologie de formarea a filmelor de nitruri pe piese executate din aliaje de titan la prelucrarea lor în plasmă electrolitică (varianta anodică și varianta catodică)	2
Total		8

Activități de lucru individual

Nr. d/o	Tipul, forma activității	Nr. de ore	Criterii de evaluare
1.	Studiul notițelor de curs, manualelor.	22	Însușirea principalelor noțiuni teoretice, și a problemelor de bază în domeniu.
2.	Elaborarea referatelor pe una din temele alese conform conținutului curriculumului.	22	Subiect acoperit în profunzime cu o structură logică.
3.	Documentarea suplimentară în bibliotecă, pe internet în baza bibliografiei recomandate.	22	Completarea listei bibliografice recomandate, mod personal de abordare, interpretare și utilizarea noțiunilor teoretice.
4.	Elaborarea rapoartelor dărilor de seamă la lucrările de laborator.	22	Conținut, rezultate, concluzii, structura logică a raportului.
	Total	88	

Strategii didactice

Prelegeri interactive, demonstrația, explicația, modelarea didactică, dezbateră, studiu de caz, simularea de situații, conversația euristică. Exemplificarea metodelor expuse și a noțiunilor introduse, problematizarea, lucrări de laborator, lucrări practice, diverse forme de lucru: frontal, în grup, în perechi, individual etc.

Evaluarea

Evaluarea studenților la unitatea de curs „*Nanotehnologii*”, se realizează în corespundere cu *Regulamentul cu privire la evaluarea rezultatelor academice ale studenților în Universitatea de Stat „Alecă Russo” din Bălți*.

Nota finală la disciplină însumează rezultatul evaluării curente (activitatea în cadrul cursului, orelor de seminar și rezultatul lucrului individual) și nota obținută la examen.

La evaluarea finală vor fi admiși doar studenții care întrunesc următoarele condiții:

- media evaluărilor curente M_{ec} este de cel puțin 5;
- media pentru activitatea de lucru individual M_{li} este de cel puțin 5;

Nota semestrială N_s se calculează ca medie aritmetică dintre aceste două componente:

$$N_s = \frac{M_{ec} + M_{li}}{2}.$$

Nota semestrială N_s constituie 50% din nota generală la unitatea de curs.

Evaluarea finală are loc sub forma unui examen scris (durata examenului este de 1 oră 30 minute).

Nota generală la unitatea de curs „Nanotehnologii” se calculează, cu precizia de până la două zecimale, conform formulei:

$$N_g = 0,5 \times N_s + 0,5 \times N_e$$

unde N_g este nota generală, N_s este nota semestrială, iar N_e este nota de la examen.

Rezultatul evaluării finale se înscrie în borderou (lista de examinare) și în carnetul studentului (în cazul unei note de promovare) de către cadrul didactic responsabil. Borderourile vor include obligatoriu informații privind rezultatele evaluărilor curente, nota în sistemul de notare național și nota conform scalei de notare ECTS, numărul de credite acumulat.

Mostră de probă de evaluare periodică
Universitatea de Stat „Alec Russo” din Bălți
Facultatea de Științe Reale, Economice și ale Mediului
Catedra de științe fizice și ingineresti

APROB

Șeful catedrei ȘFI

Beșliu V. dr. conf. univ.

A elaborat _____

TEST

de evaluare finală a cunoștințelor la disciplina "Nanoehnologie" a studentului/ei
Citiți atent și dați răspuns la următorii itemi:

1. Ce este nanotehnologia? (2 puncte)
2. Ce înseamnă în nanotehnologie "de la mare la mic" și "de la mic la mare"? (5 puncte)
3. Care sunt metodele de cercetare în nanotehnologie? (5 puncte)
4. Explicați esența metodei microscopiei electronice aplicate în cercetarea nanotehnologică (10 puncte)
5. Cum înțelegeți microscopia de forță atomică? (5 puncte)
6. Care sunt atuurile principale ale nanotehnologiei? (5 puncte)
7. Ce pericole ne pasc prin aplicarea nanotehnologiei? (3 puncte)
8. Exemplificați nanotehnologia de formare a filmelor subțiri din materiale metalice prin pulverizare catodică. (10 puncte)
9. Exemplificați nano-tehnologia de fabricare a nano-firelor prin turnare continuă urmată de deformarea plastică prin întindere... (10 puncte)

10. Ce sunt fulerenii? (4 puncte)
11. Ce sunt nano-tuburile? (4 puncte)
12. Aplicarea electro-chimiei în nanotehnologie (7 puncte)
13. Care din procedeele nanotehnologiei sunt aplicate în construcția de automobile?
(20 puncte)
- 14.

Barem de notare

10 (85-90)	5 (39-45)
9 (76-84)	4 (19-38)
8 (63-75)	3 (13-18)
7 (53-62)	2 (6-12)
6 (46-52)	1 (1-5)

Resurse informaționale

Obligatorii:

1. TIGINYANU, I.; TOPALA, P.; URSAKI, V. *Nanostructures and Thin Films for Multifunctional Applications. Technology, Properties and Devices. NanoScience and Technology*. Springer International Publishing Switzerland. 2016. 576 p. ISBN 978-3-319-30197-6.
2. ZIBIAO, I.; JIE, Z.; ENYI Y. *Sustainable nanotechnology*. Londra: Royal Society. 2022, 310p. ISBN 978-1-83916-255-8
3. MORYARTY, P. *Nanotechnology*. Oxford: Oxford University Press, 2022, ISBN: 9780198841104
4. NAITO, M.; BUCHACZ, A.; BAIER, A.; TOPALA, P.; NEDELICU D. *Research and Innovation in Advanced Engineering Materials*. Publisher Manager: Professor Octavian Pruteanu, Ph.D., DHC, Editor: Assoc. Professor Constantin Cărăușu, Ph.D. ModTech Publishing House (Blv. Carol I, No. 28A, Bl. E4, Sc.B, Et.1, Ap.6, 700504, Iasi). 2019. 184 pp.
5. MARIN, L.; TOPALĂ, P.; STOICEV, P.; PLATON, A. *Creșterea stabilității termice a Polieterpoliolului Petol 36 3BO prin nanomodificare cu Aluminosilicat stratificat tip Montmorillonit (Bentonita)*. *Lucrări Științifice*, Vol. 51. Chișinău, 2018, p. 229-234. ISBN 978-9975-64-300-9.
6. PREDESCU, C.; CINCU, C. *Nanomateriale, nanostiinta, nanotehnologie*. *Revista romană a inovării* (2010): 7. n.d. Anul Universitar 2014-2015.

7. TOPALA, P.; OJEGOV, A.; STOICEV, P. *Oxide nanometric pellicles formation by applying electrical discharges in impuls*. Journal of Engineering Science. Vol. XXV(2), no. 1, 2018, Chişinău: Publishing house „Tehnica UTM”, pp. 22-29. ISSN 2587-3474.

8. PAVEL, A. *Tendințe moderne în știința și tehnologia noilor materiale. Nanotehnologiile, miracolul mileniului*. Știință și Inginerie, vol. 18, București: AGIR, 2010, pag. 411-418. ISSN 2067-7138

Suplimentare:

1. TOPALA, P.; OJEGOV, A.; STOICEV, P. *Application of Nano-Oxide Films on the Surfaces of Parts Made of Titanium Alloys in Order to Increase Their Corrosion Resistance*. ICNBME-2015, September 23-26, 2015, IFMBE Proceedings Vol. 55, p. 157-159. doi:10.1007/978-981-287-736-9.

2. MARIN, L.; TOPALĂ, P. *Nanocompozite cu matrice poliuretanică pentru acoperiri podele instituții publice, clădiri civile și industriale, cu proprietăți antialunecare, antiuzură și antifoc*. Buletinul AGIR. Nr. 3/2015, p. 55-56. ISSN - L 1224-7928, ISSN 2247-3548.

3. STOICEV, P.; TOPALĂ, P.; OJEGOV, A.; TRIFAN, N.; PÂNZARU, N. *Dirijarea nanodimensională a acoperirilor electrolitice de fe-ni, depuse în regim de rezonanță, ale componentelor variabile ale curentului electric (CVCE)*. Buletinul AGIR. Nr. 3/2015, p. 6569. ISSN - L 1224-7928, ISSN 2247-3548.

4. SERGENTU, V.; TIGHINEANU, I.; URSAKI, V.; ENACHI, M.; ALBU, S.; SCHMUKI, P. *Prediction of negative index material lenses based on metallo-dielectric nanotubes*. Phys. Status Solidi RRL2, 2008. pp. 242-244.

5. TIGHINEANU, I.; URSAKI, V.; MONAICO, E.; ENACHI, M.; SERGENTU, V.; COLIBABA, G.; NEDEOGLO, D.; COJOCARU, A.; FOLL, H. *Quasi-Ordered Networks of Metal Nanotubes embedded in Semiconductor Matrices for Photonic Applications*. J. Nanoelectron. Optoelectron.6, 2011. pp. 463-472.

6. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; GLUȘCO, C.; MAZURU, S.; VACULENCO, M. *Transmisii planetare precesionale: teoria generării angrenajelor precesionale, control dimensional, proiectare computerizată, aplicații industriale, descrieri de invenții*. Antologia invențiilor. Vol. 2. Ed. Bons Offices, 2010, 537p. ISBN 978-9975-4100-9-0-4.

7. BOSTAN, I.; DULGHERU, V.; ȚOPA, M.; BODNARIUC, I.; DICUSARĂ, I.; TRIFAN, N.; CIOBANU, R.; CIOBANU, O.; MALCOCI, I.; ODAINĂI, V. *Transmisii planetare precesionale cinematice: concepte tehnologice de generare a angrenajelor, cercetări experimentale, aplicații industriale, descrieri de invenții*. Antologia invențiilor. Vol. 4. Ch.: Ed. Bons Offices 2010, 524p. ISBN 978-9975-63-078-4.

8. BOSTAN, I. *Avantajele excepționale ale transmisiilor precesionale în contextul dezvoltării „transmisiilor moleculare”*, desemnate cu Premiul Nobel - 2016, Akademos, nr. 4, 2016. pg.33-43.

