

FIȘA DISCIPLINEI

1. Date despre program

| | |
|---------------------------------------|---|
| 1.1 Instituția de învățământ superior | Universitatea „Dunărea de Jos” din Galați |
| 1.2 Facultatea / Departamentul | De Științe și Mediu |
| 1.3 Catedra | Chimie, Fizică și Mediu |
| 1.4 Domeniul de studii | ȘTIINȚA MEDIULUI |
| 1.5 Ciclul de studii | Licență |
| 1.6 Programul de studii/Calificarea | ȘTIINȚA MEDIULUI |

2. Date despre disciplină

| | | | | | | | |
|--|-----------------------------------|---------------|---|-----------------------|--------|-------------------------|------|
| 2.1 Denumirea disciplinei | Nanotehnologii în studii de mediu | | | | | | |
| 2.2 Titularul activităților de curs | | | | | | | |
| 2.3 Titularul activităților de seminar | | | | | | | |
| 2.4 Anul de studiu | III | 2.5 Semestrul | 2 | 2.6 Tipul de evaluare | Examen | 2.7 Regimul disciplinei | Opt. |

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

| | | | | | |
|--|------------|--------------------|----|-----------------------|-----|
| 3.1 Număr de ore pe săptămână | 4 | din care: 3.2 curs | 2 | 3.3 seminar/laborator | 2 |
| 3.4 Total ore din planul de învățământ | 56 | din care: 3.5 curs | 28 | 3.6 seminar/laborator | 28 |
| Distribuția fondului de timp | | | | | ore |
| Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe | | | | | 41 |
| Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren | | | | | 8 |
| Pregătire seminarii/laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri | | | | | 12 |
| Tutoriat | | | | | 2 |
| Examinări | | | | | 6 |
| Alte activități..... | | | | | |
| 3.7 Total ore studiu individual | 69 | | | | |
| 3.9 Total ore pe semestru | 125 | | | | |
| 3.10 Numărul de credite | 5 | | | | |

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

| | |
|-------------------|--|
| 4.1 de curriculum | <ul style="list-style-type: none"> Algebră, Analiză matematică, Fundamente ale Fizicii: Mecanică, Electromagnetism, Unde, Optică, Fizică atomică și moleculară (din facultate și liceu) |
| 4.2 de competențe | <ul style="list-style-type: none"> efectuare de reprezentări și interpretări de grafice și tabele de date experimentale |

5. Condiții (acolo unde este cazul)

| | |
|---|---|
| 5.1. de desfășurare a cursului | <ul style="list-style-type: none"> Sala de curs Laptop, Video proiector, acces internet (wi-fi) |
| 5.2. de desfășurare a seminarului/laboratorului | <ul style="list-style-type: none"> Videoproietor, acces internet (wi-fi) |

6. Competențele specifice acumulate

| | |
|-------------------------|--|
| Competențe profesionale | <p>C2. Utilizarea conexiunilor interdisciplinare în aprofundarea cunoștințelor din domeniul Știința Mediului</p> <p>C3. Utilizarea metodelor, instrumentelor, aparaturii și tehnologiilor pentru activități de măsurare și monitorizare.</p> <p>C4. Utilizarea aplicațiilor specifice pentru prelucrarea, reprezentarea și stocarea datelor de mediu</p> <p>C5 . Identificarea alternativelor optime în vederea caracterizării corespunzătoare a factorilor de mediu</p> |
| Competențe transversale | <p>CT1 Aplicarea strategiilor de muncă eficientă și responsabilă, de punctualitate, seriozitate și răspundere personală, pe baza principiilor, normelor și valorilor codului de etică profesională.</p> <p>CT2. Aplicarea tehnicilor de muncă eficientă în echipă multidisciplinară, pe diverse paliere ierarhice.</p> |

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

| | | |
|-----|-----------------------------------|--|
| 7.1 | Obiectivul general al disciplinei | Inițierea studenților privind folosirea nanotehnologiilor în studii de mediu |
| 7.2 | Obiectivele specifice | Înțelegerea principiilor constructive și funcționale ale dispozitivelor care folosesc nanomateriale în studiile de mediu și în tehnologiile de evaluare, protejare și decontaminare ale mediului |

8. Conținuturi

| 8.1 Curs | Metode de predare | Observații |
|--|---|------------|
| Capitolul 1. Noțiuni introductive: definiții, clasificări, istoric, potențial de utilizare: definire nanomateriale, nanotehnologii, curente tehnologice, justificarea utilizării nanomaterialelor, clasificarea nanomaterialelor, exemple, abordări bottom-up și top-down în fabricarea nanomaterialelor, nanoparticule, panofire, nanotuburi, materiale nanoporoase, materiale nanostructurate în suprafață și volum, proprietăți ale nanomaterialelor, direcții de cercetare în domeniul nanomaterialelor, aplicații ale nanomaterialelor, etape în dezvoltarea nanomaterialelor, istoric. | Prelegerea, conversația euristică, dezbateră, problematizarea | 5 ore |
| Capitolul 2. Noțiuni de bază referitoare la structura cristalină: macro, micro și substructura materiei, materiale cristaline și materiale amorfe: caracteristici, rețele cristaline, structura cristalină, indicii Miller pentru noduri, drepte și plane cristaline, singonii, alotropia, polimorfismul, izomorfismul, structura cristalină a substanțelor semiconductoare, defecte în cristale, tehnici uzuale pentru studierea microstructurii materialelor | | 4 ore |
| Capitolul 3. Analiza materialelor prin Spectroscopia de/cu emisie de radiații X: definire radiații X, tuburi de radiații X, radiații X de frânare și caracteristici, legea lui Moseley, spectrul de emisie de radiații X, detecția radiațiilor X | | 2 ore |
| Capitolul 4. Difractometria de radiații X - XRD: condiția lui Bragg, Metoda focalizării – montajul Bragg-Brentano, difractometrul, difractograme și interpretarea lor (calculul distanțelor interplanare, identificare substanțelor, estimarea dimensiunilor cristalitelor, evaluarea densității dislocațiilor), exemple de probe analizate prin XRD cu aplicații în domeniul mediului înconjurător | | 2 ore |
| Capitolul 5. Spectroscopia de fluorescență de radiații X – XRF: principiul fizic al metodei, analiza XRF calitativă și cantitativă, spectrometru XRF, măsurarea energiei și intensității unui semnal XRF, etapele analizei XRF, tipuri de probe și domenii de aplicare a analizelor XRF, exemple de studii prin XRF din domeniul mediului înconjurător și conexe | | 2 ore |
| Capitolul 6. Microscopia de electroni și tehnica EDAX: Generalități referitoare la microscopul electronic (puterea de rezoluție, ipoteza lui de Broglie, formula lui Abbe, interacțiuni electroni – specimen la un microscop electronic, clasificarea microscopelor electronice, categorii de împrăștiere electronice la interacțiunea cu o probă), părțile componente ale unui microscop electronic (tunul electronic, sistemul de vidare, sistemul detector), microscopie TEM, microscopie SEM, tehnica EDAX, tehnici particulare de analiză structurală cu electroni (AES, XPS, SAED), exemple de probe analizate prin SEM și TEM cu aplicații în domeniul mediului înconjurător | | 2 ore |
| Capitolul 7. Microscopia de forță atomică – AFM: principiul fizic al metodei, moduri de lucru în Microscopia AFM, parametrii de rugozitate cei mai importanți, exemple de probe analizate prin AFM cu aplicații în domeniul mediului înconjurător | | 2 ore |
| Capitolul 8. Procedee de fabricație a nanomaterialelor: clasificarea procedeelelor, elaborarea pe cale fizică, elaborarea pe cale chimică, elaborarea pe cale mecanică, metode pentru depunerea de straturi subțiri (procedeele în soluție – electrodepunere, tehnica sol-gel, spray, depunerea din fază de vapori – pulverizare catodică, evaporare termică, ablație laser, exemple de dispozitive experimentale și probe obținute), măsurarea grosimii straturilor subțiri | | 3 ore |
| Capitolul 9. Structuri nanometrice cu atomi de carbon: definire, clasificări, exemple, proprietăți ale structurilor nanometrice cu atomi de carbon, fabricarea structurilor nanometrice cu atomi de carbon, aplicații tehnice și realizări cu atomi de carbon | | 2 ore |
| Capitolul 10. Aplicații ale nanomaterialelor: generarea, conversia, transmiterea și stocarea de energie, nanomateriale oxidice, nanostructuri cu aplicații în domeniul mediului și conexe (nanosenzori, nano-membrane și nano-filtre pentru remedierea mediului, aerogeluri și aplicații ale acestora | | 2 ore |

| | | |
|---|--|-------|
| Capitolul 11. Impactul nanomaterialelor și al nanotehnologiilor asupra mediului: toxicitatea nanomaterialelor, poluarea cu nanomateriale | | 2 ore |
| <p>Bibliografie</p> <ul style="list-style-type: none"> • Amaral R., Chong L.H., <i>Surface Roughness</i>, http://www.sjsu.edu/faculty/selvaduray/page/papers/mate210/surface.pdf • Bendersky L. A., Gayle F. W., <i>Electron Diffraction Using Transmission Electron Microscopy</i>, J. Res. Natl. Inst. Stand. Technol. 106, 997–1012, 2001. • Bhat M. H., Molinero V., Soignard E., Solomon V. C., Sastry S., Yarger J. L., Angell C. A., <i>Vitrification of a monatomic metallic liquid</i>, Nature, 448, 787-790, 2007. • Bogue R., <i>Nanosensors: a review of recent research</i>, Sensor Review, 29(4), 310-315, 2009. • Brezeanu G., Iovu H., Cobianu C., Dascălu D., <i>Nanomaterials and nanostructures for various applications</i>, Editura Academiei române, București, 2012. • Bursuc I.D., Sulițanu N. D., <i>Solidul: Fenomene, teorii, aplicații</i>, Editura științifică, București, 1991. • Brinză Florin, <i>Tehnologii de procesare a materialelor, vol. I, Straturi subțiri amorfe</i>, Casa editorială Demiurg, Iași, 2006. • Clocotici V., <i>Dicționar explicativ de statistică</i>, http://profs.info.uaic.ro/~val/statistica/StatGloss.htm • Condurache-Bota S., „<i>Contribuții la studiul proprietăților electrice și optice ale unor heterostructuri pe bază de semiconductori oxidici</i>” - teză de Doctorat, Iași, 2012. • Condurache-Bota S., <i>Curs de Nanotehnologii în studii de mediu pentru uzul studenților – format imprimat</i>, Galați, 2023. • Condurache-Bota S., „<i>Depunerea de straturi subțiri de oxid de bismut prin ablație cu pulsuri laser (PLD) și analiza proprietății fizice cu aplicații industriale ale acestora</i>” – lucrare finalizare PostDoctorat, Galați, 2015 • Condurache-Bota S., <i>Bismuth oxide thin films for optoelectronic and humidity sensing applications – Chapter 6 within the book Bismuth - Advanced Applications and Defects Characterization</i>, academic editor: Ying Zhou, InTech Open Publishing House, Croatia, ISBN 978-1-78923-263-9, 2018; DOI: 10.5772/intechopen.71174 • Carbone M., Donia D. T., Sabbatella G., Antiochia R., <i>Silver nanoparticles in polymeric matrices for fresh food packaging</i>, Journal of King Saud University – Science, 2016, http://dx.doi.org/10.1016/j.jksus.2016.05.004 • Constantinescu C., Bunget I. et al., <i>Caiet de lucrări de laborator la cursul Bazele Fizicii solidului și aplicații</i>, Editura Universității din București, București, 1981. • Dăneț A. F., <i>Analiză instrumentală. Partea I</i>, Editura Universității din București, București, 2010. • Delibaș, M., <i>Metode optice de studiu a suprafețelor și straturilor subțiri</i>, Editura Universității ”Alexandru Ioan Cuza”, Iași, 2000. • Duncan Alexander, <i>Principles & Practice of Electron Diffraction</i>, EPFL (2009). http://cime.epfl.ch/files/content/sites/cime2/files/shared/Files/Teaching/Doctoral%20School%202009/Chapter%2010%20-%20Electron%20diffraction.pdf • Gheorghieș C., <i>Analiza structurii fine a materialelor</i>, Ed. CERMI, Iași, 2007. • Gheorghieș C., Cantaragiu A. M., <i>Fizica radiațiilor X. Aplicații</i>, Ed. CERMI, Iași, p. 150, 2008. • Gheorghieș C., Gheorghieș L., Chirilă R., <i>Rontgenocristalografie: culegere de probleme</i>, Editura tehnică, București, 1994. • Gou X., Li R., Wang G., Chen Z., Wexler D., <i>Room-temperature solution synthesis of Bi₂O₃ nanowires for gas sensing application</i>, Nanotechnology, 20, 495501 (2009). • Iacomî F., <i>Difracția de radiație X în studiul suprafeței</i>, http://newton.phys.uaic.ro/data/pdf/C3.pdf • Ianculescu A., <i>Nanomateriale oxidice – Prelegeri</i>, Program postdoctoral pentru cercetare avansată în domeniul nanomaterialelor. • Ikemoto H., Yoshida S., Goyou A., <i>X-ray diffraction study of bismuth nanoparticles</i>, e-J. Surf. Sci. Nanotech., 5, 110-112 (2007). • Iles D., Martinović G., Kozak D., <i>Review of potential use, benefits and risks of nanosensors and nanotechnologies in food</i>, Strojstvo 53 (2), 127-136, 2011. • Imbroane A., <i>Curs Statistică</i>, http://geografie.ubbcluj.ro/Cursuri/cursuri.html; Curs Statistica (Conf.Univ.Dr. Imbroane Alexandru) • Ion A. C., Dascălu D., Cârjă G., Ciurea M.L., <i>New applications of nanomaterials</i>, Editura Academiei române, București, 2014. • Lim T.-C., Ramakrishna S., <i>A Conceptual Review of Nanosensors</i>, Z. Naturforsch. 61a, 402 – 412, 2006. • Luca D., Iacomî F., <i>Metode și tehnici de studiu a suprafețelor, C4 (AFM&STM), C5 (XPS), C6 (AES)</i>, curs opțional, Iași, 2007-2008. • Mandravel C., Stănescu Dumitru R., <i>Metode fizico-chimice aplicate la măsurarea noxelor în mediul profesional</i>, Editura Academiei române, București, 2003. • Marti Otto, <i>Nanotechnology: Environmental Applications, Resources for the Future First Wednesday Seminar Series</i>, Washington, D.C., Office of Superfund Remediation and Technology Innovation, U.S. Environmental Protection Agency, 2007. • Munteanu I., <i>Fizica Solidului</i>, Ed. Universității din București, București, 2003. • NanoPROSPECT, <i>Nanotehnologia în România: studiu prospectiv. Raport fază a II-a. Anexa 7. Riscuri legate de utilizarea nanotehnologiilor</i>, NanoPROSPECT, 2011. • Nașcu H. I., Jäntschi L., <i>Chimie Analitică și Instrumentală</i>, Ed. Academic Direct&Academic Press, Cluj-Napoca, p. 320, 2006. • Nicolaescu I. I., Andronic I. I., , Canțer V. G., <i>Fizica corpului solid, părțile I-IV</i>, Editura Ministerului Științei și | | |

Învățământului din Republica Moldova, Chișinău, 1991-1993.

- NORAN Instruments, *Energy-dispersive X-ray microanalysis: An Introduction*, Middleton, Wisconsin, 1999.
- Pratapa Suminar, *Diffraction-based modelling of microstructural size and strain effects in sintered ceramics*, Teză de Doctorat (în limba engleză), Curtin University of Technology, Department of Applied Physics, Curtin University of Technology, Perth, Australia, 2003, <http://adt.curtin.edu.au/theses/available/adt-WCU20040428.085302/unrestricted/03Chapter2.pdf>
- Rusu G. I., Rusu G., *Bazele Fizicii Semiconductorilor*, Ed. Tehnică Științifică și Didactică CERMI, Iași, 2005.
- Samusi I. D., *Analiza structurală. Metode difractometrice și microscopice*, Ed. „Tehnică” UTM, Chișinău, 2006.
- Savu S., Savu D., *MEMS și NEMS*, Fac. de Ingineria și Managementul Sistemelor Tehnologice, Universitatea din Craiova, curs Master, 2006.
- Shen G., Bando Y., Ye C., Yuan X., Sekiguchi T. and Golberg D., *Single-Crystal Nanotubes of II3–V2Semiconductors*, *Angew. Chem. Int. Ed.*, 45, 7568–7572, 2006.
- Stamatin I., *Nanomateriale aplicații în biosenzori, surse de energie, Medicină, Biologie. Elemente de nanotehnologie*, Editura Universității din București, 2008.
- Stander Leo, Theodore Louis, *Environmental Implications of Nanotechnology—An Update*, *Environmental Research and Public Health*, Int. J. Environ. Res. Public Health, 8, 470-478, ISSN 1660-4601, 2011.
- Tazlăoanu C., *Contribuții la studiul dispozitivelor electronice și optoelectronice pe bază de semiconductori organici și anorganici* – Teză de Doctorat, București, (2010).
- Tetean R., *Structura corpului solid*, phys.ubbcluj.ro/~rote/lectures/c1_me.pdf și phys.ubbcluj.ro/~rote/lectures/c2_me.pdf
- Xu C. H., Shi S. Q., Tang Q., *Synthesis of antimony oxide nano-particles by thermal oxidation*, NSTI-Nanotech 2005, www.nsti.org, ISBN 0-9767985-1-4, vol. 2 (2005).
- Yuan-Chuan Chen, Hwei-Fang Cheng, Yi-Chen Yang and Ming-Kung Yeh, *Nanotechnologies Applied in Biomedical Vaccines*, Chapter from the book *Micro and Nanotechnologies for Biotechnology*, Intech, 2016, <http://dx.doi.org/10.5772/63453>
- Yunus I.S., Harwin, Kurniawan A., Adityawarman D., Indarto A., *Nanotechnologies in water and air pollution treatment*, *Environmental Technology Reviews*, 1(1), 136-148, DOI: 10.1080/21622515.2012.733966, 2012.
- Velican N., *Fizica corpului solid*, Ed. Fundației Universitare „Dunărea de Jos” Galați, 2002.
- Westerhoff Paul, *Environmental Impacts of Nanotechnology*, Arizona State University, SUA, http://arabotics.ly/environmental_impacts_of_nanotechnology_asu.pdf
- Zabicky J., Nativ-Roth E., Burlaka L., Goshen L., *Transmission electron microscopy (TEM)*, <http://portal.jce.ac.il/courses/nano/Characterization%202006/09c.%20tem.ppt>
- ***, Topics 3b,c. *Electron Microscopy*, <http://web.utk.edu/~prack/MSE%20300/SEM.pdf>
- ***, *(X-ray) Diffraction; Some practical aspects of one of the most important tools in solid state Science*, http://www.cci.ethz.ch/vorlesung/de/pdf_ac1/pp/beugung-1.pdf
- http://virtual.itg.uiuc.edu/training/EM_tutorial/
- http://www.felmi-zfe.tugraz.at/download/2006_06_Quanta200_pb.pdf
- http://www.matter.org.uk/diffraction/electron/kikuchi_line_images.html
- http://zeus.plmsc.psu.edu/~manias/MatSc597/docs/di_roughness.pdf
- <https://www.nanosensors.com/>
- www.uio.no/studier/emner/matnat/fys/.../ED%20in%20TEM_part2.ppt

Bibliografie minimală de studiu pentru studenți

- Condurache-Bota S., *Curs de Nanotehnologii în studii de mediu pentru uzul studenților* – format imprimat, Galați, 2023.
- Condurache-Bota S., *Nanotehnologii în studii de mediu - aplicații pentru seminar și laborator* – format imprimat, Galați, 2023.
- Gheorghieș C., *Analiza structurii fine a materialelor*, Ed. CERMI, Iași, 2007.
- Luca D., Iacomî F., *Metode și tehnici de studiu a suprafețelor, C4 (AFM&STM), C5 (XPS), C6 (AES)*, curs opțional, Iași, 2007-2008.
- Mandravel C., Stănescu Dumitru R., *Metode fizico-chimice aplicate la măsurarea noxelor în mediul profesional*, Editura Academiei române, București, 2003.
- Marti Otto, *Nanotechnology: Environmental Applications, Resources for the Future First Wednesday Seminar Series*, Washington, D.C., Office of Superfund Remediation and Technology Innovation, U.S. Environmental Protection Agency, 2007.
- Nașcu H. I., Jäntschi L., *Chimie Analitică și Instrumentală*, Ed. Academic Direct&Academic Press, Cluj-Napoca, p. 320, 2006.
- Rusu G. I., Rusu G., *Bazele Fizicii Semiconductorilor*, Ed. Tehnică Științifică și Didactică CERMI, Iași, 2005.
- Westerhoff Paul, *Environmental Impacts of Nanotechnology*, Arizona State University, SUA, http://arabotics.ly/environmental_impacts_of_nanotechnology_asu.pdf, accesat 2015.
- ***, Topics 3b,c. *Electron Microscopy*, <http://web.utk.edu/~prack/MSE%20300/SEM.pdf>

| 8.2 Seminar/Laborator | Metode de predare | Observații |
|--|--|------------|
| <ul style="list-style-type: none"> • Tipuri de nanomateriale și aplicații ale acestora • Microscopie electronică SEM și TEM • Analiza tehnicii și a spectrelor EDAX • Analiza tehnicii și a spectrelor XRF • Analiza tehnicii și a spectrelor XRD • Microscopie de forță atomică – AFM • Metode de preparare a nanomaterialelor | Prelegerea, conversația euristică, dezbateri | 28 ore |
| Bibliografie <ul style="list-style-type: none"> • Bulgariu D., <i>Metode instrumentale de analiză – Principii</i>, Vol. 1, 2015, Editura Universității „Alexandru Ioan Cuza”, Iași, ISBN: 978-606-714-050-7, 316 pag., 2015. • Bulgariu D., Bulgariu L., <i>Metode instrumentale de analiză – Principii</i>, Vol. 2, Editura Universității „Alexandru Ioan Cuza”, Iași, ISBN: 978-606-714-093-4, 262 pag., 2015. • Bulgariu D., <i>Metode instrumentale de analiză – Principii</i>, Vol. 3, Editura Universității „Alexandru Ioan Cuza”, Iași, ISBN: 978-606-714-094-1, 214 pag., 2015. • Condurache-Bota S., <i>Nanotehnologii în studii de mediu - aplicații pentru seminar și laborator</i> – format imprimat, Galați, 2023. • Ene A., <i>Capitolul 3 – Tehnica fluorescenței de raze X</i>, pp. 169-196 (28 pag.), in: <i>Instrumental Techniques for Environmental Investigations: Methodological Guide = Tehnici Instrumentale pentru Investiții de Mediu: Ghid Metodologic</i> (Editor - Ene, A.), Ed. Tehnopress, Iasi, 2015, ISBN 978-606-687-233-1, 220 p. • Ene, A., Pantelica, A., 2011, <i>Tehnici analitice atomice și nucleare utilizate în monitorizarea mediului</i>, Galati University Press, 100 pag., ISBN 978-606-8348-17-9. • Țigău N., Gheorghieș C., <i>Fizica Corpului Solid. Aplicații practice</i>, Editura Ars Docendi, București, 2003, ISBN 973-558-098-5. • Voiculescu M., Tudose C., Moraru L., Țigău N., Murariu G., <i>Fizica-Lucrări de Laborator</i>, Editura Fundației Universitare “Dunărea de Jos”, Galați, 82 pag., ISBN 973-8001-36-6, 2002. | | |

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

Cursul intitulat **Nanotehnologii în studii de mediu** are drept scop inițierea studenților în noul domeniu al științei și tehnicii apărut ca și disciplină de învățământ de sine stătătoare în instituturile de învățământ superior din țările dezvoltate, după anii 1990, și care ia în considerare influența nanotehnologiilor asupra mediului. Se prezintă și principalele tehnici de obținere a nanomaterialelor, nanotehnologiile care stau la baza obținerii lor, precum influența acestora asupra mediului.

10. Evaluare

| Tip activitate | 10.1 Criterii de evaluare | 10.2 Metode de evaluare | 10.3 Pondere din nota finală |
|---|--|---|------------------------------|
| 10.4 Curs | Completitudinea, corectitudine și corelarea cunoștințelor | Examen scris | 70 % |
| 10.5 Seminar/laborator | Întocmirea corectă și completă a portofoliului pentru seminar: analize XRF; XRD; SEM, TEM, EDAX, AFM | Întocmire portofoliu de activități de seminar | 30 % |
| 10.6 Standard minim de performanță | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • întocmire întregului portofoliu de activități de seminar • examenul promovat cu nota 5 | | | |

Data completării
25.09.2023

Semnătura titularului de curs

Semnătura titularului de seminar

Data avizării în departament
29.09.2023

Semnătura directorului de departament