



Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București
Facultatea de Electronică, Telecomunicații și
Tehnologia Informației



FIȘA DISCIPLINEI

1. Date despre program

1.1 Instituția de învățământ superior	Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București
1.2 Facultatea	Electronică, Telecomunicații și Tehnologia Informației
1.3 Departamentul	Telecomunicații
1.4 Domeniul de studii	Inginerie Electronică, Telecomunicații și Tehnologii Informaționale
1.5 Ciclu de studii	Licență
1.6 Specializarea	Rețele și Software de Telecomunicații

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei (ro) (en)	Rețele de comunicații mobile						
2.2 Titularul activităților de curs	Prof. Dr. Roxana Zoican						
2.3 Titularul activităților de seminar / laborator	Prof. Dr. Roxana Zoican/ As.drd Teodora Cristina Stoian						
2.4 Anul de studiu	4	2.5 Semestrul	2	2.6. Tipul de evaluare	V	2.7 Regimul disciplinei	Ob
2.8 Tipul disciplinei	S	2.9 Codul disciplinei	04.S.08.O.311	2.10 Tipul de notare	Nota		

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

3.1 Număr de ore pe săptămână	5	Din care: 3.2 curs	3	3.3 seminar/laborator	2
3.4 Total ore din planul de învățământ	70	Din care: 3.5 curs	42	3.6 seminar/laborator	28
Distribuția fondului de timp:					ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate Pregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					50
Tutorat					0
Examinări					5
Alte activități (dacă există):					0
3.7 Total ore studiu individual	55.00				
3.8 Total ore pe semestru	125				
3.9 Numărul de credite	5				

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	Parcursarea următoarelor discipline: Arhitecturi și protocoale de comunicații, Comunicații de date, Rețele și servicii
4.2 de rezultate ale învățării	Acumularea următoarelor cunoștințe: Noțiuni de interconectare și rutare, algoritmi și protocoale de rutare, cunoștințe privind interfețele și serviciile, protocoale de nivel transport și rețea

5. Condiții necesare pentru desfășurarea optimă a activităților didactice (acolo unde este cazul)



Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București
Facultatea de Electronică, Telecomunicații și
Tehnologia Informației



5.1 Curs	Cursul se va desfășura într-o sală dotată cu videoproiector și calculator.
5.2 Seminar/ Laborator/Proiect	Laboratorul se va desfășura într-o sală cu dotare specifică, care trebuie să includă: calculatoare și software instalat (OPNET, Matlab, simulator GSM, program de simulare Pathloss, echipamente Orange)

6. Obiectiv general *(Se referă la intențiile profesorilor pentru studenți, la ceea ce studenții vor fi învățați în timpul cursului. Oferă o orientare cu privire la locul cursului în cadrul domeniului științific abordat, precum și la rolul pe care acesta îl are în cadrul specializării studiate. Vor fi descrise de o manieră generală tematicile abordate, justificarea includerii cursului în planul de învățământ al specializării studiate etc.)*

Această disciplină se studiază în cadrul domeniului Inginerie Electronică, Telecomunicații și Tehnologii Informaționale /specializării Rețele și software de telecomunicații și își propune să familiarizeze studenții cu principalele abordări, modele și teorii explicative ale domeniului, utilizate în proiectarea rețelelor de comunicații mobile, cu relevanță pentru stimularea procesului de învățare la studenți.

Disciplina asigură studenților cunoștințele necesare înțelegerii, aprofundării și proiectării rețelelor de comunicații mobile în general și a evoluției și caracteristicilor fiecăreia dintre tehnologiile parcurse în acest domeniu, insistându-se asupra influenței acestora asupra performanțelor.

În prima parte a cursului sunt descrise caracteristicile generale ale sistemelor de telecomunicații mobile, aprofundându-se elementele fundamentale de proiectare a acestor rețele de telecomunicații. A doua parte este dedicată prezentării detaliate a generațiilor de sisteme radio mobile: GSM, GPRS, UMTS, LTE, 5G, rețele ad hoc, mesh. În fiecare caz, sunt descrise arhitectura, protocoalele de transmisiune și semnalizare, serviciile oferite abonaților mobili, posibilitățile de interconectare cu celelalte rețele mobile și fixe

7. Competențe *(Capacitatea dovedită de a utiliza cunoștințe, aptitudini și abilități personale, sociale și/sau metodologice în situații de muncă sau de studiu și pentru dezvoltarea profesională și personală. Reflectă cerințele angajatorilor.)*



Specifice	Demonstrează că deține cunoștințe de bază/avansate în domeniul Inginerie Electronică, Telecomunicații și Tehnologii Informaționale. •Analizează sistemele de comunicații mobile, bazându-se pe tehnologiile de nivel fizic. •Analizează caracteristicile diferitelor tipuri de celule, canale de comunicație și tehnici de acces multiplu. •Analizează caracteristicile și problemele care apar în proiectarea unor sisteme cu diferite cerințe de trafic și calitate. •Calculează limitele pentru diferite cerințe de performanță ale rețelelor de comunicații mobile. •Compară diferite planuri de implementare și evaluează performanțele totale ale sistemelor de comunicații mobile. •Analizează caracteristicile de propagare în medii de transmisie diferite: atenuare, fading, metode de combatere a fading-ului. •Analizează și compară, în diferite aplicații practice, metodele de reutilizare a frecvențelor, de diminuare a interferenței, de creștere a capacității de trafic și de estimare a acoperirii în rețelele mobile. •Compară și analizează metodele de utilizare a celulelor mici și a rețelelor heterogene. •Aplică metode și instrumente standardizate, specifice domeniului, pentru realizarea procesului de evaluare și diagnoză a unei situații, în funcție de problemele identificate/raportate, și identifică soluții. •Argumentarea și analizarea coerentă și corectă a contextului de aplicare a cunoștințelor de bază ale domeniului, utilizând concepte cheie ale disciplinei și metodologia specifică. •Comunicare orală și în scris în limba română: utilizează vocabularul științific specific domeniului, în vederea comunicării eficiente, în scris și oral. •Comunicare orală și în scris într-o limbă străină (engleză): demonstrează înțelegerea vocabularului aferent domeniului, într-o limbă străină.
Transversale (generale)	Lucrează în echipă și comunică eficient, coordonându-și eforturile cu ceilalți pentru rezolvarea de situații problemă de complexitate medie. •Autonomie și gândire critică: abilitatea de a gândi în termeni științifici, de a căuta și analiza date în mod independent, precum și de a desprinde și prezenta concluzii / identifica soluții. •Capacitate de analiză și sinteză: prezintă în mod sintetic cunoștințele dobândite, ca urmare a unui proces de analiză sistematică. •Respectă principiile de etică academică: în activitatea de documentare citează corect sursele bibliografice utilizate. •Pune în practică elemente de inteligență emoțională în gestionarea socio-emoțională adecvată a unor situații din viața reală/academică/profesională, demonstrând stăpânire de sine și obiectivitate în luarea deciziilor sau în situații de stres.

8. Rezultatele învățării (Sunt enunțuri sintetice referitoare la ceea ce un student va fi capabil să facă sau să demonstreze la finalizarea unui curs. Rezultatele învățării reflectă realizările studentului și mai puțin intențiile profesorului. Rezultatele învățării informează studenții despre ceea ce se așteaptă de la ei din punct de vedere al performanței, pentru a obține notele și creditele dorite. Sunt definite în termeni concreți, folosind verbe similare exemplurilor de mai jos și indică ceea ce se va urmări prin evaluare. Rezultatele învățării vor fi astfel redactate încât să fie evidențiată clar relația față de competențele definite la punctul 7.)



Cunoștințe	<i>Rezultatul asimilării de informații prin învățare. Cunoștințele reprezintă ansamblul de fapte, principii, teorii și practici legate de un anumit domeniu de muncă sau de studiu. Pot fi teoretice și/sau faptice.</i> Crearea abilităților de a analiza și proiecta un sistem minimal de comunicații mobile, bazându-se pe tehnologiile de nivel fizic. • Crearea abilităților de analiză, descriere și comparare a caracteristicilor diferitelor tipuri de celule, canale de comunicație și tehnici de acces multiplu. • Asigurarea cunoștințelor necesare proiectării unor sisteme cu diferite cerințe de trafic și calitate. • Asigurarea cunoștințelor necesare proiectării unor sisteme minimale cu caracteristici de propagare în medii de transmisie diferite.
Aptitudini	<i>Capacitatea de a aplica cunoștințe și de a utiliza know-how pentru a duce la îndeplinire sarcini și a rezolva probleme. Aptitudinile sunt descrise ca fiind cognitive (implicând utilizarea gândirii logice, intuitive și creative) sau practice (implicând dexteritate manuală și utilizarea de metode, materiale, unelte și instrumente).</i> Selectează și grupează informații relevante într-un context dat. • Utilizează argumentat principii specifice în vederea rezolvării cu ajutorul unui program a unor probleme diverse. • Poate comunica, motiva și gândi creativ în ceea ce privește problemele specifice și principiile care stau la baza rețelelor de comunicații mobile. • Lucrează productiv în echipă, având capacitatea de a proiecta, implementa și utiliza sisteme minimale de comunicații mobile. • Elaborează un text științific. • Verifică experimental soluții identificate. • Rezolvă aplicații practice. • Interpretează adecvat relații de cauzalitate. • Analizează și compară diverse moduri de rezolvare a unei probleme • Identifică soluții și elaborează planuri de rezolvare. • Formulează concluzii la problemele soluționate. • Argumentează soluțiile identificate și modurile de rezolvare
Responsabilitate și autonomie	<i>Capacitatea cursantului de a aplica în mod autonom și responsabil cunoștințele și aptitudinile sale.</i> • Selectează surse bibliografice potrivite și le analizează. • Respectă principiile de etică academică, citând corect sursele bibliografice utilizate. • Demonstrează receptivitate pentru contexte noi de învățare. • Manifestă colaborare cu ceilalți colegi și cadre didactice în desfășurarea activităților didactice. • Demonstrează autonomie în organizarea situației/contextului de învățare sau în situația problemelor de rezolvat. • Manifestă responsabilitate socială prin implicarea activă în viața socială studentască/implicare în evenimentele din comunitatea academică • Promovează/contribuie prin soluții noi, aferente domeniului de specialitate pentru a îmbunătăți calitatea vieții sociale. • Conștientizează valoarea contribuției sale în domeniul ingineriei la identificarea de soluții viabile/sustenabile care să rezolve probleme din viața socială și economică (responsabilitate socială). • Aplică principii de etică/deontologie profesională în analiza impactului tehnologic al soluțiilor propuse în domeniul de specialitate asupra mediului înconjurător. • Analizează și valorifică oportunități de afaceri/de dezvoltare antreprenorială în domeniul de specialitate. • Demonstrează abilități de management al situațiilor din viața reală (gestionarea timpului colaborare vs. conflict).



9. Metode de predare (Se vor avea în vedere metode care să asigure predarea centrată pe student. Se va descrie modul în care se asigură participarea studenților la stabilirea propriului parcurs de învățare, cum se identifică eventualele rămânări în urmă și ce măsuri remediale se adoptă în astfel de cazuri.)

Pornindu-se de analiza caracteristicilor de învățare ale studenților și de la nevoile lor specifice, procesul de predare va explora metode de predare atât expositive (prelegerea, expunerea), cât și conversative-interactive, bazate pe modele de învățare prin descoperirea facilităților de explorare directă și indirectă a realității (experimentul, demonstrația, modelarea), dar și pe metode bazate pe acțiune, precum exercițiul, activitățile practice și rezolvarea de probleme.

În activitatea de predare vor fi utilizate prelegeri, în baza unor prezentări care vor fi puse la dispoziția studenților. Fiecare curs va debuta cu recapitularea capitolelor deja parcurse, cu accent asupra noțiunilor parcurse la ultimul curs. Prezentările utilizează imagini și scheme, astfel încât informațiile prezentate să fie ușor de înțeles și asimilat. Această disciplină acoperă informații și activități practice menite să-i sprijine pe studenți în eforturile de învățare și de dezvoltare a unor relații optime de colaborare și comunicare, într-un climat favorabil învățării prin descoperire. Se va avea în vedere exersarea abilităților de ascultare activă și de comunicare asertivă, precum și a mecanismelor de construcție a feedback-ului, ca modalități de reglare comportamentală în situații diverse și de adaptare a demersului pedagogic la nevoile de învățare ale studenților. Se va exersa abilitatea de lucru în echipă pentru rezolvarea diferitelor sarcini de învățare.

10. Conținuturi

CURS		
Capitolul	Conținutul	Nr. ore
1	Introducere •Caracteristici generale •Criterii de performanță •Dezvoltarea noilor generații de comunicații mobile	2
2	Elemente de proiectare a sistemelor celulare de telecomunicații •Descrierea generală a problemelor și a obiectivelor propuse •Elemente de propagare a semnalelor, pierderi de propagare, fading •Stabilirea valorii optime a C/I pentru sisteme cu antene omnidirecționale și direcționale •Componentele sistemelor celulare de telecomunicații	4
3	Proiectarea celulelor și asigurarea mobilității •Impărțirea în celule •Analiza geometrică a rețelelor celulare și a dimensiunilor zonei de reutilizare •Analiza mobilității și a transferului legăturii de comunicație (handover) •Handover intersisteme, divizarea celulelor •Metode de localizare a abonaților mobili, definirea probabilității de apeluri pierdute și evaluarea acesteia	4



Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București
Facultatea de Electronică, Telecomunicații și
Tehnologia Informației



4	Sistemul GSM (Global System for Mobile communication) •Arhitectura GSM •Interfețe și protocoale de semnalizare în GSM: procedurile RR, MM, CM •Servicii de date și suport în GSM. Interconectarea cu alte rețele: funcția de adaptare, interconectarea cu PSTN, ISDN, PSPDN. Realizarea transmisiunilor în GSM •HSCSD - concepte de bază și modificări ale rețelelor GSM pentru adaptarea vitezelor pentru HSCSD •Managementul resurselor radio •Managementul mobilității •Comutația în GSM •Asigurarea securității comunicației în GSM	6
5	Retele GPRS (General Packet Radio Service) •Definirea contextului PDP •Stiva protocoalelor de transmisiune •Procedurile de semnalizare și transmisiune •Procedura de atașare GPRS •Procedura de activarea a contextului PDP •Rutarea IP în GPRS •Procedurile de actualizare a localizării și de realizare a rutării •Rețele GSM/GPRS (canale GPRS logice și fizice, QoS în GPRS, utilizarea resurselor comune cu rețelele GSM)	4
6	Retele MANET (Mobile Ad-hoc NETworks) •Standardul IEEE 802.11 •Protocolul Bluetooth •Tipuri de protocoale de rutare	3
7	Retele UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) •Caracteristici și obiective ale sistemelor de generația a 3-a •Sistemul UMTS. Aspecte generale privind standardul UMTS/3GPP (The 3rd Generation Partnership Project Agreement) •Arhitectura UMTS •Descrierea funcțională a UTRAN •Tehnici de acces multiplu •Proceduri specifice și mecanisme de acces la rețea și de realizare a handover-urilor	4
8	Retele LTE (Long-Term Evolution) •Arhitectura rețelelor LTE •Arhitectura SAE (System Architecture Evolution)/EPC (Evolved Packet Core) •Arhitectura și funcțiile LTE-RAN •Interfețe și protocoale LTE •OFDMA și MIMO •Implementarea Voice over LTE (VoLTE) •Utilizarea IMS (IP Multimedia Subsystem) în LTE •Comparație LTE vs LTE-A	5



9	Retele 5G •Clasificarea celulelor de mici dimensiuni și a rețelelor heterogene •Avantajele creșterii densității de celule în rețea: capacitatea zonelor și eficiența energetică •Motivația pentru crearea de rețele bazate pe cloud •Network function virtualisation (NFV): concept, arhitectură •Software defined networking (SDN): concept, arhitectură, protocoale •Combinatia dintre NFV și SDN •Cloud radio access network (CRAN) •5G și Internet of Things	5
10	Inteligența Artificială (IA) și Machine Learning (ML) în 5G •IA și ML în rețelele de comunicații mobile •Necesitatea și avantajele utilizării IA în rețelele de comunicații mobile •Big Data – condiție prealabilă pentru integrarea IA în rețelele de comunicații mobile •IA și ML în rețelele 5G •Utilizarea Deep learning în 5G •Utilizarea IA și ML în planificarea și optimizarea rețelelor 5G	5
Total:		42

Bibliografie:

- 1.<https://curs.upb.ro/2021/mod/assign/view.php?id=153028>
- 2.X.Lin, J. Zhang, Y. Liu, J.Kim, Fundamentals of 6G Communications and Networking, Ed. Springer 2023
- 2.A.Kumar, J.Hussain, A.Chun, Connecting the Internet of Things, Ed. Apress, 2023
- 3.A.Kumar, J.Hussain, A.Chun, Connecting the Internet of Things: IoT Connectivity standards and Solutions, Ed. Apress, 2023
- 4.A.Bajpai, A.Balodi, Applications of 5G and Beyond in Smart Cities, Ed.CRC Press, 2023
- 5.M.Bozanic, S.Sinha, Mobile Communications Networks: 5G and a vision of 6G, Ed. Springer, 2021
- 6.R.Shetty, 5G Mobile Core Network: Design, Deployment, Automation and Testing Strategies, Ed.Apress, 2021 Gestionarea resurselor radio in sistemele mobile de mare capacitate
- 7.M. Sauter, From GSM to LTE-Advanced Pro and 5G: An Introduction to Mobile Networks and Mobile Broadband, Ed. Wiley and Sons, 2021
- 8.Cristopher Cox, An Introduction to 5G: The New Radio, 5G Network and Beyond, Ed. Wiley & Sons, 2020
- 9.A.C.Garcia, S.Maier, A.Phillips, Location-Based Services in Cellular Networks, from GSM to 5G NR, Ed. Artech House, 2020
- 10.C. Mavromoustakis, G.Mastorakis, J.M. Battala, Internet of Things (IoT) in 5G Mobile Technologies, Ed.Springer, 2018
- 11.Juha Korhonen, Introduction to 4G Mobile Communications, Ed. John Wiley and Sons, 2014
- 12.R. Zoican, Sisteme celulare de telecomunicații, Ed. MATRIX ROM, 2003
- 13.R. Zoican, S. Zoican, D. Constantinescu, A.Constantin, E.Popovici, Comunicații mobile-Îndrumar de laborator, tipografia U.P.B., 1999
- 14.<http://discipline.elcom.pub.ro/rcm/>
- 15.A. Mateescu, I.Bănică, E.Borcoci, I.Marghescu, T.Rădulescu, C.Negrescu, S.Zoican, Roxana Zoican, I.Dragu, Sisteme și rețele GSM, Ed. Tehnică, București, 1999



Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București
Facultatea de Electronică, Telecomunicații și
Tehnologia Informației



Nr. crt.	Conținutul	Nr. ore
1	Gestionarea resurselor radio în sistemele mobile de mare capacitate	2
2	Tratarea erorilor în sistemele de comunicații mobile	2
3	Modulația și recepția în sistemele de comunicații mobile	2
4	Monitorizarea rețelei GSM cu ajutorul programului TEMS Investigation	4
5	Monitorizarea rețelei LTE cu ajutorul programului TEMS Investigation	4
	Total:	14

SEMINAR

Nr. crt.	Conținutul	Nr. ore
1	Algoritmi de alocare fixă și dinamică a canalelor de radiofrecvență	4
2	Probleme de proiectare a sistemelor celulare în condițiile existenței interferenței co-channel și a interferenței între canalele adiacente	4
3	Protocoale de transmisie	4
4	Probleme de propagare în sistemele de comunicații mobile	2
	Total:	14

Bibliografie:

1. <https://curs.upb.ro/2021/mod/assign/view.php?id=153028>
2. X.Lin, J. Zhang, Y. Liu, J.Kim, Fundamentals of 6G Communications and Networking, Ed. Springer 2023
2. A.Kumar, J.Hussain, A.Chun, Connecting the Internet of Things, Ed. Apress, 2023
3. A.Kumar, J.Hussain, A.Chun, Connecting the Internet of Things: IoT Connectivity standards and Solutions, Ed. Apress, 2023
4. A.Bajpai, A.Balodi, Applications of 5G and Beyond in Smart Cities, Ed. CRC Press, 2023
5. M.Bozanic, S.Sinha, Mobile Communications Networks: 5G and a vision of 6G, Ed. Springer, 2021
6. R.Shetty, 5G Mobile Core Network: Design, Deployment, Automation and Testing Strategies, Ed. Apress, 2021
7. M. Sauter, From GSM to LTE-Advanced Pro and 5G: An Introduction to Mobile Networks and Mobile Broadband, Ed. Wiley and Sons, 2021
8. Cristopher Cox, An Introduction to 5G: The New Radio, 5G Network and Beyond, Ed. Wiley & Sons, 2020
9. A.C.Garcia, S.Maier, A.Phillips, Location-Based Services in Cellular Networks, from GSM to 5G NR, Ed. Artech House, 2020
10. C. Mavromoustakis, G.Mastorakis, J.M. Battala, Internet of Things (IoT) in 5G Mobile Technologies, Ed. Springer, 2018
11. Juha Korhonen, Introduction to 4G Mobile Communications, Ed. John Wiley and Sons, 2014
12. R. Zoican, Sisteme celulare de telecomunicații, Ed. MATRIX ROM, 2003
13. R. Zoican, S. Zoican, D. Constantinescu, A. Constantin, E. Popovici, Comunicații mobile-Îndrumar de laborator, tipografia U.P.B., 1999
14. <http://discipline.elcom.pub.ro/rcm/>
15. A. Mateescu, I. Bănică, E. Borcoci, I. Marghescu, T. Rădulescu, C. Negrescu, S. Zoican, Roxana Zoican, I. Dragu, Sisteme și rețele GSM, Ed. Tehnică, București, 1999

11. Evaluare



Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București
Facultatea de Electronică, Telecomunicații și
Tehnologia Informației



Tip activitate	11.1 Criterii de evaluare	11.2 Metode de evaluare	11.3 Pondere din nota finală
11.4 Curs	- cunoașterea noțiunilor teoretice fundamentale - cunoașterea modului de aplicare a teoriei la probleme specifice - analiza diferențială a tehnicilor și metodelor teoretice	Test scris	40%
11.5 Seminar/laborator/proiect	Laborator -cunoașterea bazelor proiectării software a unei rețele de comunicații mobile -demonstrarea capacității de operare și analiză a stării unei rețele de comunicații mobile cu ajutorul OMC-R -demonstrarea capacității de analiză a transmisiunilor de trafic și date în sistemele de comunicații mobile și de evaluare a performanțelor pentru diferite condiții de simulare	Test scris și practic	30%
	Seminar -cunoașterea modului de a realiza o exploatare eficientă a benzii de frecvență într-un sistem radio-mobil -demonstrarea capacității de a proiecta o rețea de comunicații mobile în condiții de interferență date -înțelegerea funcționării rețelelor LTE și 5G, a modului de implementare a funcției de Network Slicing	Test scris	30%
11.6 Condiții de promovare			
o Conditii de promovare: - realizarea obligațiilor caracteristice activităților de laborator (participarea la lucrările planificate, realizarea referatelor) și seminar (participarea la orele de seminar, realizarea temelor de casa); - obținerea punctajului minim de 50% atât după finalizarea evaluărilor la aplicații (laborator și seminar), cât și la lucrările de verificare pe parcurs.			

12. Coroborarea conținutului disciplinei cu așteptările reprezentanților angajatorilor și asociațiilor profesionale reprezentative din domeniul aferent programului, precum și cu stadiul actual al cunoașterii în domeniul științific abordat și practicile în instituții de învățământ superior din Spațiul European al Învățământului Superior (SEİS)



Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București
Facultatea de Electronică, Telecomunicații și
Tehnologia Informației



Prin activitățile desfășurate, studenții dezvoltă abilități de a oferi soluții unor probleme și de a propune idei de îmbunătățire a situației existente în domeniul Inginerie Electronică, Telecomunicații și Tehnologii Informaționale, ramura industrială Rețele și software de telecomunicații.

- În dezvoltarea conținutului disciplinei s-au avut în vedere cunoștințe descrise de literatura de specialitate și cercetările proprii publicate și prezentate.

- Cursul are un conținut similar cursurilor desfășurate de Universitatea Națională de Științe și Tehnologie POLITEHNICA București.

- Se are în vedere dezvoltarea abilităților absolventului de a gestiona situații practice cu care se poate confrunța în viața reală în scopul creșterii contribuției acestuia la îmbunătățirea mediului socio-economic.

Data completării

Titular de curs

Titular(i) de aplicații

25.09.2025

Prof. Dr. Roxana Zoican

Prof. Dr. Roxana Zoican

As.drd Teodora Cristina Stoian

Data avizării în departament

Director de departament

26.09.2025

Conf. Dr. Serban Georgica Obreja

Data aprobării în Consiliul Facultății

Decan

26.09.2025

Prof. Dr. Mihnea Udrea