

**PROCESAREA AVANSATĂ A SEMNALELOR BIOMEDICALE**
**1. Date despre unitatea de curs/modul**

<b>Facultatea</b>	Calculatoare, Informatică și Microelectronică				
<b>Catedra/departamentul</b>	Microelectronică și Inginerie Biomedicală				
<b>Ciclul de studii</b>	Studii superioare de masterat, ciclul II				
<b>Programul de studiu</b>	Ingineria Biomedicală				
<b>Anul de studiu</b>	<b>Semestrul</b>	<b>Tip de evaluare</b>	<b>Categoria formativă</b>	<b>Categoria de opționalitate</b>	<b>Credite ECTS</b>
I (învățământ cu frecvență);	I	E	S – unitate de curs fundamentală	O - unitate de curs la obligatorie	6

**2. Timpul total estimat**

Total ore în planul de învățământ	Din care				
	Ore auditoriale			Lucrul individual	
	Curs	Laborator/Seminar	Proiect de cercetare	Studiul materialului teoretic	Pregătire aplicații
180	30	10/10	10	60	60

**3. Precondiții de acces la unitatea de curs/modul**

Conform planului de învățământ	Instrumentație medicală și senzori, Biofizica medicală, Anatomia funcțională și fiziologie
Conform competențelor	Studentul trebuie să cunoască principiile și tehnicile de achiziție a semnalelor și imaginilor biomedicale. În mod specific, solicitanții necesită un grad relevant de cunoștințe în anatomie și fiziologie umana, biofizică.

**4. Condiții de desfășurare a procesului educațional pentru**

Curs	Pentru prezentarea materialului teoretic în sala de curs este nevoie de tablă, cretă, proiector și calculator. Nu vor fi tolerate întârzierile studenților, folosirea laptopurilor, precum și convorbirile telefonice în timpul cursului.
Laborator/seminar	Pentru petrecerea lucrărilor de laborator în sala de curs este nevoie de tablă, cretă, calculatoare conectate la Internet necesare pentru efectuarea lucrărilor de laborator. Nu vor fi tolerate întârzierile studenților, folosirea laptopurilor, precum și convorbirile telefonice în timpul cursului.

**5. Competențe specifice acumulate**

Competențe profesionale	<b>CP2. Utilizarea sistemelor informatice de prelucrare și gestiune a datelor</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Colectarea și prelucrarea informațiilor, analiza și interpretarea statistică a datelor, modalități de reprezentare grafică a datelor. Descrierea arhitecturii și a modului de funcționare al unui sistem de calcul</li> <li>✓ Cunoașterea metodelor și instrumentelor utilizate în proiectarea aplicațiilor cu microprocesoare, microcontrolere și aplicații embedded, a interfeței cu lumea reală, a interfeței cu aplicațiile analogice de procesare a semnalelor biomedicale.</li> <li>✓ Explicarea rolului și funcționalității circuitelor arhitecturi cu microprocesoare</li> <li>✓ Explicarea proprietăților și a funcționării unui sistem biomedical prin analiza și prelucrarea semnalelor biomedicale</li> </ul>
-------------------------	--

	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Explicarea rolului sistemelor informatice în medicină</li> </ul> <p><b>CP4. Conceperea, proiectarea, execuția și mentenanța componentelor sau sistemelor bioingineresti.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Alegerea corectă a mijloacelor de captare, folosirea rațională a modalităților de prelucrare primară a biosemnalului.</li> <li>✓ Evaluarea performanțelor și caracteristicilor aparatelor și dispozitivelor medicale utilizate în medicina internă pe baza criteriilor standard, analiza comparativă a acestora pe baza caracteristicilor generale</li> <li>✓ Evaluarea performanțelor și caracteristicilor aparatelor și dispozitivelor medicale utilizate în gastroenterologie pe baza criteriilor standard</li> <li>✓ Analiza comparativă și critică a performanțelor și caracteristicilor sistemelor imagistice medicale.</li> <li>✓ Evaluarea performanțelor și caracteristicilor componentelor sau sistemelor bioingineresti în raport cu mediul biologic pe baza criteriilor standard de structură și a materialelor utilizate.</li> </ul> <p><b>CP6. Conceperea și coordonarea de experimente în domeniul bioingineriei</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Realizarea de experimente ce presupun cunoașterea metodelor și tehnicilor de măsură a biosemnalelor, modalități de prezentare a rezultatelor, calculul erorilor</li> <li>✓ Efectuarea corectă a unei măsurări în domeniul biomedical, afișarea rezultatelor specifice domeniului, decelare valor normale/patologice</li> <li>✓ Studiul în laborator a unor mijloace de investigare folosind tehnici imagistice diferite, realizarea unor experimente specifice, analiza comparativă și interpretarea rezultatelor.</li> </ul>
Competențe transversale	<p><b>CT1.</b> Aplicarea, în contextul respectării legislației, a drepturilor de proprietate intelectuală (inclusiv transfer tehnologic), a metodologiei de certificare a produselor, a principiilor, normelor și valorilor codului de etică profesională în cadrul propriei strategii de muncă riguroasă, eficientă și responsabilă.</p> <p><b>CT3.</b> Identificarea oportunităților de formare continuă și valorificarea eficientă a resurselor și tehnicilor de învățare pentru propria dezvoltare</p>

## 6. Obiectivele unității de curs/modulului

Obiectivul general	Formarea cunoștințelor fundamentale și aplicative despre metodele, tehnicile și sistemele folosite în prelucrarea semnalelor biomedicale.
Obiectivele specifice	Înșușirea de către studenți a metodelor de achiziție a semnalelor biomedicale, structurii sistemelor de prelucrare a semnalelor, a principiilor transformării analogic-digitale și digital-analogică, Z-transformării ( <i>directă și inversă</i> ), analizei de frecvență a semnalelor, etapele necesare în proiectarea filtrelor digitale precum și metodele de proiectare a filtrelor IIR și FIR.

## 7. Conținutul unității de curs/modulului

Tematica activităților didactice	Numărul de ore	
	învățământ cu frecvență	învățământ cu frecvență redusă
<b>Tematica prelegerilor</b>		
T1. Semnale biomedicale. Surse de semnale biomedicale. Clasificarea după origine. Tipuri de semnale biomedicale după evoluție.	2	
T2. Transformarea analog-digitală a semnalelor biomedicale: discernerea, cuantificarea, codarea. Principiul Nyquist.	2	
T3. Sisteme discrete în timp. Descrierea intrare-ieșire a sistemului. Clasificarea sistemelor discrete în timp.	2	
T4. Analiza sistemelor discrete lineare invariante în timp. Tehnici de analiză a	2	

sistemelor lineare. Descompunerea semnalului discret în timp în impulsuri elementare. Răspunsul sistemului LTI la un semnal arbitrar: suma convoluției. Corelația semnalelor discrete în timp. Crosscorrelația și autocorrelația.		
T5. Descrierea sistemelor LTI prin ecuații de diferență.	2	
T6. Metode de realizare a sistemelor descrise prin ecuații de diferență		
T7. Z-Transformarea. Z-Transformarea directă. Z-Transformarea inversă.		
T8. Proprietățile Z-Transformării (linearitatea, deplasarea în timp, scalarea în domeniul Z, Reflectarea în timp, diferențierea în domeniul Z, convoluția și corelația, teorema valorii inițiale). Z-Transformarea rațională.	2	
T9. Analiza de frecvență a semnalelor continue în timp. Seriile Fourier/transformarea Fourier pentru semnalele continue în timp. Spectrul densității de putere/energie a semnalelor continue.	2	
T10. Analiza de frecvență a semnalelor discrete în timp. Seriile Fourier/transformarea Fourier pentru semnalele discrete în timp. Spectrul densității de putere/energie a semnalelor discrete.	2	
T11. Proprietățile de simetrie a transformării Fourier. Teoremele și proprietățile transformării Fourier (linearitatea, deplasarea în timp, reflectarea în timp, teorema convoluției, teorema corelației ș.a.)	2	
T12. Transformarea Fourier discretă. Proprietățile DFT.	2	
T13. Transformarea Fourier rapidă. Proprietățile FFT.	2	
T14. Proiectarea filtrelor digitale. Etapele necesare la proiectarea unui filtru digital.	2	
T15. Metode de calcul pentru coeficienții filtrelor FIR/filtrelor IIR.	2	
<b>Total prelegeri:</b>	<b>30</b>	

Tematica activităților didactice	Numărul de ore	
	învățământ cu frecvență	învățământ cu frecvență redusă
<b>Tematica lucrărilor de laborator</b>		
LL1. Proiectarea semnalelor biomedicale folosind MATLAB.	2	
LL2. Convoluția semnalelor biomedicale.	2	
LL3. Modulația semnalelor biomedicale.	2	
LL4. Filtrarea digitală a semnalelor.	4	
<b>Total lucrări de laborator:</b>	<b>10</b>	

Tematica activităților didactice	Numărul de ore	
	învățământ cu frecvență	învățământ cu frecvență redusă
<b>Tematica lucrărilor de laborator</b>		
S1. Proprietățile sinusoidelor discrete.	2	
S2. Amplasarea poleu-zero și forma semnalului în domeniul de timp.	2	
S3. Discretizarea domeniului de frecvență.	2	
S4. Algoritmii Radix4..	2	
S5. Specificarea cerințelor filtrului digital.	2	
<b>Total seminare:</b>	<b>10</b>	

**8. Referințe bibliografice**

Principale	<ol style="list-style-type: none"> <li>SEMMLOW, John L. <b>Biosignal and Biomedical Image Processing. MATLA B-Based Applications.</b> New York, <i>Marcel Dekker, Inc.</i> 2004, 423 p. <u>Disponibil în format electronic.</u></li> <li>TOMPkins, WILLIS J. <b>Biomedical Digital Signal Processing. C-Language Examples and Laboratory Experiments for the IBM® PC,</b> PRENTICE HALL, 2000, 463 p. <u>Disponibil în format electronic.</u></li> <li>MATEESCU, Adelaida; CIOCHINA, Silviu; DUMITRIU, Nedulai <b>Prelucrarea numerica a semnalelor.</b> Bucuresti, Editura tehnica, 1997, 541 p. ISBN973-31-1045-0.</li> <li>COLTUC, Dinu <b>Bazele prelucrării digitale a imaginilor.</b> Bucuresti Editura ICPE. 1999, 204 p.. ISBN 973-8067-04-9.</li> <li>HAYKIN, Simon; VAN VEEN, Barry <b>Signals and Systems,</b> New York, <i>John Wiley and Sons,</i> 1999, 694 p.. ISBN0-471-13820-7, <u>Disponibil în format electronic.</u></li> <li>OPPENHEIM, Alan V.; SCHAFFER, R. W; BUCK, J. R <b>Discrete-Time Signal Proccesing.</b> London, <i>Prentice-Hall International,</i> 1999, 870 p.. ISBN0-13754920-2 <u>Disponibil în format electronic.</u></li> <li>Александр Алексеевич; ГУЛЯЕВ, Юрий Васильевич; НИКИТОВ, Сергей Аполлонович <b>Новейшие методы обработки изображений.</b> Москва, <i>Физматлит,</i> 2008, 496 p.</li> <li>MADISSETTI Vijay K. <b>The Digital Signal Processing Handbook, Second edition. 2010,</b> Taylor and Francis Group, LLC, 906 p. <u>Disponibil în format electronic.</u></li> </ol>
Suplimentare	<ol style="list-style-type: none"> <li>УИДРОУ, Бернад; СТИРНЗ, Самюэл <b>Адаптивная обработка сигналов.</b> Москва, <i>Радио и связь,</i> 1989, 440 p. ISBN5-256-00180-9</li> <li>LAZĂR Anca Mihaiela <b>Prelucrarea avansată a semnalelor biomedicale, Îndrumar de laborator.</b> UMF Grigore T. Popa, Iași, 2014. <u>Disponibil în format electronic</u></li> <li>GRAMA, Lacrimioara <b>Prelucrarea numerica a semnalelor Indrumator de laborator.</b> Cluj-Napoca, <i>U.T.Press,</i> 2014, 223 p.</li> </ol>

**9. Evaluare**

Curentă		Examen final
Atestarea 1	Atestarea 2	
30%	30%	40%
Standard minim de performanță		
Prezența și activitatea la prelegeri și seminare; Obținerea notei minime de „5” la fiecare dintre atestări; Demonstrarea în lucrarea de examinare finală a cunoașterii conținuturilor teoretice, a metodelor și tehnicilor de prelucrare a semnalelor biomedicale.		