

S.06.A.044 RADIAȚII IONIZANTE ÎN MREDCINĂ
1. Date despre unitatea de curs/modul

Facultatea	Calculatoare, Informatică și Microelectronică				
Catedra/departamentul	Microelectronică și Inginerie Biomedicală				
Ciclul de studii	Studii superioare de licență, ciclul I				
Programul de studiu	526.4 - Ingineria Sistemelor Biomedicale				
Anul de studiu	Semestrul	Tip de evaluare	Categoria formativă	Categoria de opționalitate	Credite ECTS
II (învățământ cu frecvență);	6	E	S – unitate de curs de specialitate	O - unitate de curs la obligatorie	4

2. Timpul total estimat

Total ore în planul de învățământ	Din care			
	Ore auditoriale		Lucrul individual	
	Curs	Laborator/Seminar	Studiul materialului teoretic	Pregătire aplicații
120	45	15	30	30

3. Precondiții de acces la unitatea de curs/modul

Conform planului de învățământ	Matematica superioară, Fizica, Bazele fizice a electronicii, Electronica, Măsurări electronice, Anatomia, biochimia și fiziologia umană, Biofizica
Conform competențelor	Studentul trebuie să cunoască conceptele de bază ale fizicii și matematicii superioare, biofizicii, precum și aplicarea acestora în soluționarea unor sarcini legate de influența diferitor factori asupra organismului în scopuri terapeutice. În mod specific, solicitanții necesită un grad relevant de cunoștințe în anatomie și fiziologie umana.

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 seminarelor în sala de curs este nevoie de tablă, cretă, proiector, calculator și echipamentul necesar pentru dezvoltarea deprinderilor practice de determinare a nivelelor de radiații ionizante (dozimetre, radiometre, surse pentru învățământ etc). Nu vor fi tolerate întârzierile studenților, folosirea laptopurilor, precum și convorbirile telefonice în timpul cursului.

5. Competențe specifice acumulate

Competențe profesionale	C2 Utilizarea sistemelor informatice de prelucrare și gestiune a datelor. <ul style="list-style-type: none"> ✓ Utilizarea mediului integrat de programare și simulare. ✓ Efectuarea calculelor de bază ale dozei de radioterapie folosind soft-uri speciale. ✓ Efectuarea proceduri de simulare a terapiei cu radiații ionizante. ✓ Livrarea tratamente de radioterapie cum este prescris de medicul oncolog. ✓ Utilizarea aplicațiilor software din pachetul Microsoft Office (Access & Excel) pentru:
-------------------------	---

	<p>colectarea, stocarea, prelucrarea, reprezentarea și analiza statistică a datelor.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Studiul metodelor specifice de prelucrare a informației biomedicale. ✓ Dezvoltarea unor sisteme software specifice imagisticii medicale folosind algoritmi, protocoale, limbaje, structuri de date dedicate. <p>C4 Conceperea, proiectarea, execuția și mentenanța componentelor sau sistemelor bioingineresti.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Cunoașterea, înțelegerea și interpretarea conținuturilor teoretice, a interacțiunii radiațiilor ionizante cu materia. ✓ Descrierea modului de funcționare a surselor de raze X utilizate în terapia cu radiații ionizante. ✓ Descrierea modului de funcționare a surselor de raze gama utilizate în terapia cu radiații ionizante. ✓ Evaluarea performanțelor și caracteristicilor aparatelor și dispozitivelor medicale utilizate în oncologie. ✓ Interpretarea și optimizarea parametrilor funcționali specifici dispozitivelor medicale utilizate în oncologie. ✓ Aplicarea procedurilor de întreținere, verificare, etalonare a echipamentului utilizat în terapia cu radiații ionizante. ✓ Organizarea și planificarea mentenanței echipamentului utilizat în terapia cu radiații ionizante. ✓ Proiectarea componentelor de microsystem electromecanic în domeniu. <p>C5 Utilizarea sistemelor bioingineresti în condiții de etică și securitate în muncă.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Furnizarea de o justificare etică, de reglementare și științifică pentru condiții de siguranță și utilizarea judicioasă a radiațiilor ionizante în medicină. ✓ Identificarea normelor de securitate radiologică în exploatarea echipamentelor și dispozitivelor în terapia cu radiații ionizante. ✓ Aplicarea principiilor de radioprotecție pentru pacient, pentru sine și pentru alții. ✓ Verificarea tehnica și metrologica periodică a dispozitivelor și aparatelor medicale folosite în chirurgie.
<p>Competențe transversale</p>	<p>CT1. 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>CT3. Identificarea oportunităților de formare continuă și valorificarea eficientă a resurselor și tehnicilor de învățare pentru propria dezvoltare (Internet, e-mail, baze de date, cursuri on-line etc).</p>

6. Obiectivele unității de curs/modulului

<p>Obiectivul general</p>	<p>Formarea cunoștințelor fundamentale și aplicative despre fizica radiațiilor ionizante și metodele terapiei cu radiații ionizante precum și radioprotecție și securitatea în radioterapie.</p>
<p>Obiectivele specifice</p>	<p>Obiectivele specifice constau în însușirea bazelor teoretice și principiilor terapiei cu raze ionizante: fizica radiațiilor ionizante; principii, mărimi și unități dozimetrice; echipamente și principii de funcționare a echipamentelor utilizate în terapia cu radiații ionizante; instrumente de monitorizare a radiațiilor; etalonarea fasciculului de fotoni și electroni; testele de acceptanță și măsurători de punerea în aplicație; planificarea clinică a tratamentului cu fascicule externe; radioprotecție și securitatea în radioterapie.</p>

7. Conținutul unității de curs/modulului

Tematica activităților didactice	Numărul de ore învățământ cu frecvență
Tematica prelegerilor	
T1. Bazele fizicii radiaționale. Constantele fizice fundamentale. Constante fizice derivate. Cantități fizice și unități. Clasificarea forțelor în natură. Clasificarea particule elementare. Clasificarea de radiații. Clasificarea de radiații ionizante de fotoni. Relațiile Einstein între masa relativistă, energie și impuls. Cantitățile de radiații și unități.	2
T2. Structura atomică și nucleară. Definițiile de bază pentru structura atomică. Modelul Rutherford al atomului. Modelul lui Bohr al atomului de hidrogen. Atomi multielectron. Structura nucleară. Reacții nucleare. Radioactivitate. Activarea nuclizi. Moduri de dezintegrare radioactivă.	2
T3. Interacțiunea electronilor cu materia. Interacțiuni electron-electron orbital. Interacțiuni electron-nucleu. Putere de frânare. Producerea radiațiilor X și radiațiilor caracteristice.	2
T4. Interacțiunea fotonilor cu materia. Tipuri de radiații fotonice indirect ionizante. Atenuare fascicul de fotoni. Tipuri de interacțiuni fotoni cu absorbant. Efectul fotoelectric. Împrăștierea coerentă (Rayleigh).	2
T5. Interacțiunea fotonilor cu materia. Împrăștierea Compton (necoerentă). Producție perechi. Reacții fotonucleare. Contribuția la coeficienți de atenuare. Predominanță relativă a efectelor individuale. Efecte următoare interacțiunii fotoni. Rezumatul interacțiuni fotoni.	2
T6. Principii dozimetrice. Câmpul de radiație sau cantitățile radiometrice. Câmpul de radiație. Fluență particule. Fluență particule plane. Fluență energie. Spectrul fluență particule. Spectrul fluență energie. Rata fluență particule și rata de fluență energie.	2
T7. Principii dozimetrice. Mărimi dozimetrice. Bazele absorbirea energiei de radiații. Stochastica absorbției energiei. Absorbție a energiei și transfer de energie. KERMA. CEMA. Doza absorbită.	2
T8. Coeficienți interacțiune: electroni. Interacțiuni electroni. Putere oprire particule încărcate. Putere de oprire de masă. Putere de oprire masă pentru electroni și pozitroni. Coeficienți de interacțiune pentru fotoni.	2
T9. Relații dintre diverse mărimi dozimetrice. Fluența energie și KERMA (fotoni). Fluența și doza (electroni). KERMA și doză (echilibru particule-încărcate). KERMA coliziune și expunerea.	2
T10. Teoria cavității. Teoria cavității Bragg-Gray. Teoria cavității Spencer-Attix. Considerații în aplicarea teoriei cavități la calibrarea camerei de ionizare și protocoale de dozimetrie. Cavități mari în fluxuri de fotoni. Teoria cavități Burlin pentru fluxuri de fotoni. Raportul puterii de oprire.	2
T11. Mașini de tratament. Fascicule de raze X și unități raze X. Razele X caracteristice. Razele X continue (bremsstrahlung). Ținte de raze X. Raze X clinice. Specificatori calitate de fluxuri raze X. Aparate cu raze X pentru radioterapie.	2
T12. Mașini de tratament. Fluxuri de raze gamma și unități de raze gamma. Proprietăți de bază de raze gamma. Mașini de teleterapie. Surse de teleterapie. Livrare doză cu mașini teleterapie. Colimator și penumbra.	2
T13. Mașini de tratament. Acceleratoare de particule. Betatron. Cyclotron. Microtron	2
T14. Mașini de tratament. Acceleratoare lineare Linac. Generații Linac. Siguranța	2

instalațiilor Linac. Componentele Linacs moderne. Configurarea Linac moderne. Sistemul de injecție. Sistem de generare de putere radiofrecvență	
T15. Mașini de tratament. Acceleratoare lineare Linac. Sisteme auxiliare. Transport fascicul de electroni. Cap tratament Linac. Producția de fluxuri raze X clinice. Producția de fascicul de electroni. Sistem de monitorizare doza.	2
T16. Radioterapie cu protoni, neutroni și ioni grei. Considerații protecție. Unități teleterapie Cobalt-60 față de Linac. Simulatoare. Simulatoare radioterapie. Simulator CT. Cerințe de formare (Training)	2
T17. Fascicule fotonice externe: aspecte fizice. Cantitățile utilizate în descrierea unui fascicul de fotoni. Fluență foton și rata fluență foton. Fluența energie și rata de fluență energie. Air KERMA în aer. Expunerea în aer. Doza la masa mică de mediu în aer.	2
T18. Fascicule fotonice externe: aspecte fizice. Surse fascicul fotoni. Legea descreșterii cu pătratul distanței (Inverse square law). Penetrarea fluxului fotoni într-o fantomă sau pacient. Doza de suprafață. Regiunea buildup. Adâncimea de doză maximă. Doza ieșire.	2
T19. Parametrii radioterapie. Dimensiune câmp flux radiații. Factor colimator. Factor de dispersie de vârf (Peak scatter factor). Factor doză relativă. Doza-adâncime pe axa centrală în apă: setarea SSD. Procentaj doză-adâncime. Funcția împrăștiere.	2
T20. Parametrii radioterapie la setarea SAD. Raport țesut-aer. Relația dintre TAR și PDD. Raportul împrăștiere-aer SAR. Relația dintre SAR și funcția împrăștiere S. Raportul țesut-fantomă TPR și raportul țesut-maximum TMR.	2
T21. Relațiile dintre parametrii radioterapie la setarea SAD. Relația dintre TMR și PDD. Raportul împrăștiere-maximum SMR. Raporturi în afara axei și profile flux. Planeitate fascicul. Simetrie fascicul.	2
T22. Distribuții isodoze în fantome de apă. Distribuții isodoze de câmp unic la pacienți. Corecțiile pentru contururi neregulate și oblicitate flux. Compensare țesut pierdut (missing tissue). Corecțiile pentru neomogenități ale țesutului. Algoritmi pe bază de model. Integrarea segmentară Clarkson. Măsurători ale dozei relative cu camere de ionizare. Livrare de doze cu un fascicul extern singur. Timp de corecție obturator.	3
Total prelegeri:	45
Tematica activităților didactice	Numărul de ore învățământ cu frecvență
Tematica seminarelor	
S1. Proprietăți dozimetre. Sisteme dozimetrice cu cameră de ionizare. Camere și electrometre. Camera de ionizare cilindrică (tip degetar). Cameră de ionizare placă-paralelă (plan-paralel). Cameră brahiterapie. Camere cu extrapolare. Camere segmentate. Determinarea nivelului de radiație folosind sisteme dozimetrice cu cameră ionizare MKC-AT1117M.	2
S2. Dozimetrie cu film. Film pentru radiografiere. Peliculă radiochromică. Dozimetrie cu luminescență. Termoluminiscenta. Sisteme dozimetrice cu termoluminiscenta. Sisteme luminescente stimulate optic.	2

<p>S3. Dozimetrie semiconductoare. Sisteme dozimetrice cu diode de siliciu. Sisteme dozimetrice MOSFET. Alte sisteme dozimetrice - sisteme dozimetrice cu alanina / rezonanță paramagnetică electroni. Sisteme dozimetrice cu plastic scintilator. Dozimetre cu diamant.</p> <p>Standarde primare. Etalon primar de KERMA aer în aer. Standarde primare pentru doza absorbită de apă. Standarde ionometrice pentru doza absorbită de apă. Standarde dozimetrie chimică pentru doza absorbită în apă. Standard calorimetric pentru doza absorbită în apă.</p>	2
<p>S4. Cantități operaționale pentru monitorizarea radiațiilor. Cantități dozimetrice pentru protecția împotriva radiațiilor. Cantități adecvate pentru monitorizare zonă. Doză echivalentă ambientală. Doză echivalentă direcțională. Cantități adecvate pentru monitorizarea radiațiilor. Scurtă prezentare a cantităților de funcționare.</p>	2
<p>S5. Instrumente de monitorizare a radiațiilor. Contoare proporționale. Dispozitive sondaj zona cu neutroni. Contoare GM. Detectoare cu scintilator. Detectoare semiconductoare. Caracteristici comune disponibile dispozitivelor sondaj zona. Calibrarea instrumentelor de monitorizare.</p>	2
<p>S6. Proprietăți dispozitive sondaj zonă: Dependența de energie. Dependența de direcție. Timpul de răspuns. Caracteristicile de suprasarcină. Stabilitate pe termen lung. Capacitate de discriminare. Incertitudinile.</p> <p>Monitorizarea individuală. Insigna cu film. Insigne cu dozimetrie termoluminiscentă (TLD). Sisteme dozimetrice cu sticlă radiofotoluminescentă (RPL).</p>	2
<p>S7. Proprietăți dozimetre personale: Sensibilitate. Dependență energie. Incertitudinile. Dependență direcțională. Capacitate de discriminare. Determinarea nivelului de radiație folosind dozimetrul personal ДКГ РМ1621М</p>	2
<p>S8. Monitorizarea individuală. Sisteme luminescentă stimulată optic (OSL). Monitoare personale cu citire directă. Calibrarea dozimetrelor.</p>	1
Total lucrări de laborator/seminare:	
	15

8. Referințe bibliografice

Principale	<ol style="list-style-type: none"> ROSCA, Andrei Imagistica medicala si radioterapia pentru bioingineri. Chisinau, 2009, 420 p. ISBN978-9975-9798-6-3 REMIZOV, Alexandr Nicolae Fizica medicala. Manual pentru inst. de medic. Chisinau, Lumina, 1991, 463 p.. ISBN5-372-00763-X COTUNA, L; GEORGESCU, S; JOCU, I; LUNGEANU, M. Manual de tehnica radiologica. Bucuresti, Editura Medicala, 1988, 598 p. ВАЛИКОВ, В. И.; ГЕРЦИК, Ю. Г. Биомедицинская техника и технологии Учебно-методический комплект по программе профессиональной переподготовки. Москва, Рудомино, 2010, 96 p. ISBN978-5-905017-08-7 PODGORSAK E.B. Radiation Physics for Medical Physicists. Second, Enlarged Edition, Springer Heidelberg Dordrecht London New York, 773 p. ISSN 1618-7210. ISBN 978-3-642-00874-0 e-ISBN 978-3-642-008745-7. DOI 10.1007/978-3-642-008745-7 http://www-pub.iaea.org/mtcd/publications/pdf/pub1196_web.pdf PODGORSAK E.B. Radiation oncology physics : a handbook for teachers and students. International Atomic Energy Agency, VIENNA, 2005, 696 p. ISBN 92-0-107304-6 http://www-pub.iaea.org/mtcd/publications/pdf/pub1196_web.pdf
Suplimentare	<ol style="list-style-type: none"> Radiological Protection for Medical Exposure to Ionizing Radiation Safety Guide, Safety Standards Series No. RS-G-1.5. IAEA, 2002, 86 p.

	<p>http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1117_scr.pdf</p> <p>2. Sources and Effects of Ionizing Radiation. UNSCEAR 2008, United Nations Publication, Sales No. E.10.XI.3. ISBN 978-92-1-142274-0, 202 p. http://www.unscear.org/docs/reports/2008/09-86753_Report_2008_Annex_A.pdf</p> <p>3. CROITORU, D. Lucrari practice de fizica medicala. Chisinau, Universitas,1992, 226 p. ISBN 5-362-00921-4</p>
--	---

9. Evaluare

Curentă			Examen final
Evaluarea 1	Evaluarea 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 bază ale aplicațiilor radiațiilor ionizante în medicină.