

**Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Fizički odsjek**

**POSLIJE DIPLOMSKI SPECIJALISTIČKI (STRUČNI) STUDIJ
IZ MEDICINSKE FIZIKE**

Zagreb , ožujak 2003

(Dopuna o stažu, odlukom Ministarstva zdravstva, studeni 2005, u prilogu)

**Završna verzija prema zaključku Nacionalnog vijeća za visoku naobrazbu
(Klasa:602-11/03-01/1; ur.broj: 533-08/832-03-84 od 31. ožujka 2003) i
ponovljenoj recenziji od 05.01.2006.**

UVODNO OBRAZLOŽENJE ZA POSLIJE DIPLOMSKI SPECIJALISTIČKI STUDIJ IZ MEDICINSKE FIZIKE

Već više godina postoji interdisciplinarni poslijediplomski sveučilišni **znanstveni studij iz medicinske fizike** koji je povjeren Prirodoslovno matematičkom fakultetu u Zagrebu (uz suradnju nastavnika Medicinskog fakulteta i Fakulteta elektrotehnike i računarstva). Polaznici tog studija uglavnom već rade u bolnicama i drugim zdravstvenim ustanovama ili imaju takve namjere a osim iz naše države, za sada, dolaze i iz Slovenije i BIH gdje nema takvog studija. Naziv koji stječu završetkom toga studija i obranom radnje bio je **magistar** (a sada će poslije doktorskih studija biti **doktor znanosti iz područja fizike**).

Poslijediplomski specijalistički studij medicinske fizike koji je odobren prema zaključku Nacionalnog vijeća za visoku naobrazbu (Klasa:602-11/03-01/1; ur.broj: 533-08/832-03-84 od 31. ožujka 2003) ustrojava se i izvodi kao studij iz područja prirodnih znanosti, polje fizika, za stjecanje naslova **specijalist medicinske fizike**. Prvi dio stjecanje specijalizacije regulira se na analogan način kao i za druge smjerove na doktorskom studiju iz fizike te se kao nastavna baza uzima program znanstvenog smjera medicinske fizike. Za razliku od znanstvenog smjera koji vodi na doktorat znanosti, **specijalistički smjer** vodi do naslova **specijalist medicinske fizike** te **uključuje i specijalističku praksu**. Specijalistička praksa provodila bi se na klinikama Medicinskog fakulteta, i u laboratorijima Instituta za medicinska istraživanja i medicinu rada kako bi polaznik usvojio uže stručno znanje u pojedinim djelatnostima dijagnostike i terapije. Specijalistička praksa trajala bi ukupno četiri godine, tj. isto toliko koliko i praksa za liječnike, farmaceute ili medicinske biokemičare. Prve dvije godine prakse odvijale bi se usporedo s programom predavanja. Program predavanja provodio bi se u predavaonicama PMF-a, FER-a i Medicinskog fakulteta. Polaznik bi nakon položenih ispita i nakon druge dvije godine prakse (tj. ukupno 4 godine prakse) i polaganja specijalističkog ispita stekao naslov **specijalist medicinske fizike**. Ako polaznik želi ili ima za to interes, mogao bi se uvijek prebaciti na znanstveni smjer te doktorirati prema uvjetima znanstvenog smjera.

Istovremeno s tim našim nastojanjima na domaćem planu, u Europi se od 1994. aktivno angažiraju (pod pokroviteljstvom Europske Unije i Vijeća Europe i uz potporu IAEA - International Atomic Energy Agency) strukovne organizacije MRPE (Medical Radiation Physics and Engineering - European Network) i EFOMP (European Federation of Organisations for Medical Physics), koje imaju namjeru objediniti i usaglasiti principe poslije diplomskog obrazovanja u medicinskoj fizici, tj., osigurati kvalitetu kadrova u rangu sa zapadnoevropskim normativima te definirati način stjecanja certifikata, tj. priznanja o profesionalnosti u struci.. Spomenimo da je naša Sekcija za medicinsku fiziku HDMBT-a 1993. godine postala članom EFOMP- a. Na konferenciji u Budimpešti 1994. (European Conference on Post Graduate Education in Medical Radiation Physics) potpisali smo zajedno s 23 zemlje deklaraciju o namjerama (Declaration of Intent) u svezi s programom i inicijativama u obrazovanju i specijalizaciji u navedenoj struci. Također, sakupili smo mnogo materijala, preporuka, programa studija, čak i izvode iz zakona nekih zemalja o specijalističkom studiju medicinske fizike.

Europska Federacija Organizacija Medicinske Fizike (EFOMP), čiji smo i mi članovi, temeljem direktive Vijeća Europske Zajednice (Council Direktive 97/43/EURATOM od 30.06.1997, Articles 2., 6., 7., 9.) izradila je upute za nacionalne organizacije medicinske fizike (od 23.02.1998) pod naslovom: "Guidelines for national member organisations of EFOMP on implementation of the EU Directive 97/43/EURATOM". Tu se govori o obrazovanju medicinskih fizičara, o stupnjevima poslije diplomskog obrazovanja, programu studija, specijalističkoj praksi u klinikama i stjecanju certifikata za zvanja **specijalista (stručnjaka) medicinske fizike** (Medical Physics Specialist (Expert)). Izričito je naglašeno da spomenuti dokument nije namijenjen samo sadašnjim članicama EU , nego se tiče i svake europske zemlje, dakle i Hrvatske koja se pridružuje k EU. Treba istaknuti da nas na to obvezuje i naše članstvo u Vijeću Europe kao i potpisani dogovori o usklađivanju programa i dokumenata o obrazovanju.

I. Najvažnija definicija iz Direktiva Europske unije (EU 97/43/EURATOM od 30.06.1997 - Članak 2.): **Specijalist (stručnjak) medicinske fizike** - stručnjak u radijacijskoj fizici ili radijacijskoj tehnologiji povezanoj s izlaganjem zračenju, unutar okvira ove direktive, čija praksa i kompetencije djelovanja su priznate od strane ovlaštenih autoriteta i koji je osposobljen djelovati i davati savjete o dozimetriji u bolesnika, o razvoju i uporabi složenih tehnika i opreme, o optimizaciji koja uključuje dozimetriju bolesnika i osiguranje kvalitete, uključujući i kontrolu kvalitete, i o drugim područjima koja se tiču zaštite od zračenja u okviru izlaganja zračenju određenom ovom direktivom.

II. Najvažnije definicije o ulozi medicinskog fizičara, prema EFOMP-u od 23.02.1998. (Guidelines for national member organisations of EFOMP on implementation of the EU Direct.97/43/EURATOM) i prema EFOMP Policy Statement No. 10 od 10. mj. 2000. (Recommended Guidelines on National Schemes for Continuing Professional Development of Medical Physicists) s time da se to odnosi i na ovaj prijedlog studija.

Specijalist (stručnjak) medicinske fizike mora biti uključen u praksu svih medicinskih odjela koji primjenjuju ionizirajuće zračenje u bolesnika, dakle u radioterapiji, nuklearnoj medicini i dijagnostičkoj radiologiji a poželjno je da bude djelomično na raspolaganju i drugim odjelima koji primjenjuju fizikalne metode u medicini. On mora:

- *izvoditi sva fizikalna mjerenja koja se tiču planiranja i određenja doze te imati odgovornost za dozimetriju (pri terapijskim metodama),*
- *poboljšavati uvjete koji vode računa o zaštiti od zračenja i smanjenju doze u bolesnika i osoblja (pri dijagnostičkim zahvatima),*
- *izraditi i provoditi testove u području osiguranje kvalitete medicinske opreme u područjima gdje se koriste fizikalne metode primjene raznih vrsti zračenja u medicini,*
- *uvjeriti se u prikladnost uređaja obzirom na zaštitu od zračenja i ostale aspekte sigurnosti,*
- *izabirati opremu za mjerenja i davati savjete o nabavi medicinske opreme koja služi za dijagnostiku i terapiju zračenjem,*
- *sudjelovati u obrazovanju i praksi osoblja koje rukuje spomenutom medicinskom opremom.*
- *upoznati se s opremom i metodama u drugim područjima medicine gdje se koriste fizikalne metode, kao na pr. magnetska rezonancija, laseri, termografija, elektrostimulatori.*

III. Principi obrazovanja i prakse (prema postavkama EFOMP-a)

Specijalist (stručnjak) medicinske fizike mora imati temeljno obrazovanje iz fizike koje je osigurano znanstvenim temeljima univerzitetskog nivoa (najmanje) završenog diplomiranog inženjera ili magistra. Da se postigne status specijalista, treba postići redom:

- a.) status **kvalificiranog medicinskog fizičara** (qualified medical physicist). To se postiže daljnjim teoretskim obrazovanjem (polozeni poslije diplomski ispiti) uz 2 godine praktičnog treninga te priznanjem o struci od strane ovlaštenog nacionalnog autoriteta
- b) **specijalist (stručnjak) medicinske fizike** (specialist (expert) medical physicist) najmanje daljnje 2 godine specijalističke prakse nakon postizanja stupnja kvalif. med. fizičara.

SPECIJALISTIČKI STUDIJ IZ MEDICINSKE FIZIKE U ZAGREBU

Mi uvodimo **specijalistički smjer** i time razdvajamo znanstveni i specijalistički (stručni) smjer, tako da su prema ovom programu studija završni naslovi (umjesto a. i b, kao kod EFOMP-a):

(Ad a) **magistar medicinske fizike** (a ne magistar fizike kao nakon 5 godišnjeg dodiplomskog studija i ne kao magistar znanosti iz područja fizike)

i (Ad b) **specijalist medicinske fizike**.

Time bi medicinski fizičari postali i formalno ravnopravni drugim specijalističkim strukama u nas koje rade u medicini (liječnici, biokemičari, farmaceuti) kao i europskim normativima obrazovanja i specijalističke prakse. Teorijska baza (organizirani poslije diplomski studij koji sada prerasta u doktorski) već postoji i sukladan je međunarodnim programima (Bologna). Isto tako time potvrđujemo i međunarodnu verifikaciju struke. Spomenimo da se nedavno i EFOMP pozitivno izrazio o ovom specijalističkom programu. Predviđeno je pristupnici, uz redovito pohađanje predavanja, specijalističku praksu tijekom studija i specijalističkog staža mogu obavljati u zdravstvenim ustanovama, dakle na isti način kao i liječnici (vidi odobrenje Ministarstva zdravstva i socijalne skrbi u privitku)

SAŽETAK PRIJEDLOGA O UVOĐENJU SPECIJALISTIČKOG SMJERA POSLIJE DIPLOMSKOG STUDIJA MEDICINSKE FIZIKE (UZ POSTOJEĆI ZNANSTVENI)

1.) Uvođenje novog smjera poslije diplomskog studija iz medicinske fizike (uz postojeći znanstveni smjer) koji bi se nazvao **specijalistički smjer**, uključuje (umjesto rada na doktoratu) stručnu praksu na klinikama i time omogućuje kandidatima postizanje naslova **magistar medicinske fizike** (nakon 2 godine) i dalje **specijalist medicinske fizike** (nakon dodatne 2 godine, dakle ukupno 4 godine). To je u skladu s europskom praksom.

2.) Predmeti poslije diplomskog studija koje bi trebalo položiti bili bi isti kao i za **znanstveni smjer**, s time da bi u okviru **specijalističkoga smjera**, bila potrebna **praksa** (u europskim terminima: “in-the-service training”) u odgovarajućim kliničkim ustanovama pod mentorstvom postojećeg medicinskog fizičara koji ima najmanje 10 godina staža u struci.

3.) Detalji o područjima medicinske fizike s trajanjem praktičnoga rada razradili bi se kasnije prema dogovorima PMF-a s klinikama Medicinskog fakulteta i Institutom za medicinska istraživanja i medicinu rada koji bi se formirali kao specijalističke baze, a koristili bi se postojeći europski normativi i preporuke (EFOMP, MRPE, ESTRO i IAEA). **Vidi dodatak programu.**

4.) Naslov **magistar medicinske fizike** (za razliku od naslova **magistra znanosti iz fizike** koji se stječe u znanstvenom smjeru ili *the qualified medical physicist* prema EFOMP-u) dobivao bi se, nakon položenih poslijediplomskih ispita i 2-godišnje prakse u ovlaštenim zdravstvenim ustanovama (koja bi se mogla provoditi istovremeno s predavanjima u poslije diplomskom studiju).

5.) Naslov **specijalist medicinske fizike** (prema EFOMP-u: *the specialist medical physicist (medical physics expert)*) postizavao bi se nakon dodatnog 2- godišnjeg specijalističkog iskustva i polaganja specijalističkog ispita.

6.) Sveučilište u Zagrebu (Nacionalno vijeće za visoku naobrazbu i Senat) odobrilo je kompletan program specijalističkog studija 2003. godine svojim dopisom dekanu PMF-a te dalje dopisom dekana predstojnici Fizičkog odsjeka 28. travnja 2003. Klasa: 643-01/03-01/3, Ur.broj: 3804-201-201-03-6.

7.) Ministarstvo zdravstava **odobrilo je** svojim dopisom od 29. studenoga 2005 (klasa 131-01/05-01/154, ur.broj 534-06-01/2-05-2) **da medicinski fizičari mogu svoj staž obavljati u zdravstvenim ustanovama, dakle na isti način kao i liječnici.**

UVJETI STUDIRANJA POSLIJE DIPLOMSKOG SPECIJALISTIČKOG STUDIJA MEDICINSKE FIZIKE

Osnovni polazni kriterij pri upisu na specijalistički studij medicinske fizike je završeno temeljno fakultetsko obrazovanje za magistra fizike (do sada diplomiranog inženjera fizike ili elektrotehnike odnosno ekvivalentnog studija). To mora odobriti Vijeće poslije diplomskog studija i Vijeće fizičkog odsjeka). Očekuje se da će godišnje upisati specijalistički studij iz medicinske fizike oko 5 kandidata.

1. PREDMETI S ORGANIZIRANIM PREDAVANJIMA

Šifra	Predavač	Naziv predmeta	Sati god.		ECTS Bodovi
			Pred.	Vj.	
<i>Obvezni predmeti:</i>					
26601	S. Lončarić	Fizika u nuklearnoj medicini	30	15	10
26602	M. Vrtar	Radiološka fizika	30	15	10
26603	B. Breyer i G. Žauhar	Fizika i tehnika ultrazvuka u medicini	30	15	10
26605	S. Lončarić	Metode tomografske rekonstrukcije u medicini	30	15	8
26606	A. Šantić	Biomedicinska elektronika i instrumentacija	30	15	8
26608	R. Štern-Padovan	Radiološka anatomija	15	15	7
27610	M.Vrtar i S.Lončarić	Specijalistički seminari (4x)	60	0	40

Izborni predmeti:

27212	D. Vretenar	Matematičko modeliranje i numeričke metode	30	15	8
26604	M. Vrtar i S. Lončarić	Dozimetrija i zaštita od zračenja u medicinskoj fizici	20	15	8
27611	Z. Roller-Lutz	Primjena lasera u medicini	15	15	7
27505	J. Brnjas-Kraljević	Magnetska tomografija	15	15	7
26607	Ž. Reiner	Odabrana poglavlja fiziologije s patofiziologijom	15	15	7
27612	Z. Krajina	Odabrana poglavlja onkologije i radioterapije	15	15	7

Pristupnik u prve dvije godine upisuje obvezne i izborne predmete u opsegu koji će mu pri polaganju donijeti najmanje **120** bodova. Uz predavanja se obvezatno upisuju i drugi vidovi nastave (vježbe, seminari). Specijalistički seminari održavaju se dva puta godišnje, tj. ukupno četiri tijekom prve dvije godine specijalističkog studija. ECTS = 10 bodova po seminaru. Radi okupljanja većeg broja polaznika nastava iz pojedinih predmeta može se odvijati naizmjenice svake dvije godine.

2. SPECIJALISTIČKA PRAKSA (za detalje vidi DODATAK)

Specijalistička praksa odvijala bi se na Klinikama Medicinskog fakulteta, Klinici za tumore i Institutu za medicinska istraživanja i medicinu rada.

Područja specijalističke prakse tijekom 4 godine (pod nadzorom medicinskog fizičara s najmanje 10 godina prakse) su slijedeća:

	Bodovi
- radiološka dijagnostika (rentgen, rentgenska kompjut. tomografija),	8
- radioterapija (kobalt, linearni akcelerator, simulator, in-vivo dozimetrija),	15
- nuklearna medicina (izotopi, emisijska kompjut. tomografija, gama kamera),	15
- zaštita od zračenja (osoblja i bolesnika)	4
- ultrazvuk u dijagnostici i terapiji,	7
- magnetska rezonancija u medicini	7
- primjena lasera u medicini	4

Ukupni broj bodova iz specijalističke prakse koje treba sakupiti tijekom četiri godine je 60, s time da u prve dvije godine treba sakupiti najmanje 30 bodova.

Detalji o mjestima održavanja, terminima i duljini trajanja pojedine subspecijalnosti unutar specijalističke prakse dogovaraju se u neposrednom kontaktu PMF-a, kao nositelja studija i Ministarstva zdravstva, odnosno njegovih Klinika te Instituta za medicinska istraživanja, kao specijalističkih baza.

Nakon polaganja svih ispita i dvije godine specijalističkog staža, dakle sakupljenih 150 bodova pristupnik ostvaruje naslov **magistar medicinske fizike.**

U slijedeće dvije godine specijalističkog staža pristupnik mora sakupiti preostalih 30 bodova iz gore spomenutih područja specijalističke prakse te dodatnih 20 bodova koji se priznaju preko kontinuiranog stručnog obrazovanja i osposobljavanja, dakle ukupno 200.

Dodatni bodovi sumiraju se tijekom sve četiri godine specijalističke prakse.

3. BODOVNI SUSTAV KONTINUIRANOG OBRAZOVANJA I OSPOSOBLJAVANJA UZ SPECIJALISTIČKU PRAKSU

priprema i održavanje predavanja na stručnim i znanstvenim skupovima	4
aktivnost u organizaciji kongresa, kurseva, seminara, radionica	4
kliničke obrazovne aktivnosti, samostalna predavanja suradnicima	1 bod / 4sata
prisustvovanje kursevima, predavanjima	1 bod /kurs
prisustvovanje organiziranim međunarodnim obrazovnim kursevima iz područja specijalističke prakse (IAEA, ESTRO, EFOMP)	do 8
edukacijska predavanja osoblju (tehničarima, med.sestrama)	1 bod / 4 sata
kratki posjeti drugim odjelima (do 3 dana)	1
publikacija članka u znanstvenom ili stručnom časopisu (ovisno o tipu i citiranosti časopisa i doprinosu autora (prvi, koautor itd)) ...	do 8
publikacija priručnika, skripata, koautorstvo udžbenika, knjiga	do 8
aktivno sudjelovanje pri uvođenju novih tehnologija i postupaka unutar klinike	do.... 8

Ukupan broj bodova koji pristupnik za zvanje specijalista treba sakupiti iz točaka 1., 2. i 3 je najmanje 200.

Nakon toga može polagati specijalistički ispit i steći naslov **specijalist medicinske fizike.**

U povjerenstvu za specijalistički ispit od tri člana, dva bi trebala biti delegirana od strane PMF-a a jedan od strane Ministarstva zdravstva.

Obzirom na novi oblik poslije diplomskog studija u nas , PMF i Ministarstvo zdravstva osnivaju zajedničko "ad hok" povjerenstvo i **proglašuju specijalistima one medicinske fizičare koji imaju najmanje 10 godina staža u kliničkim ustanovama i akademski stupanj magistra znanosti ili više.** Oni postaju mentori budućim pristupnicima u studij.

Nakon priznavanja statusa specijalista medicinske fizike prvoj (inicijalnoj) grupi specijalista, ta grupa će detaljnije razraditi bodovni sustav kontinuiranog obrazovanja i osposobljavanja te definirati bodove za stručne i znanstvene doprinose pristupnika.

U slučajevima pristupnika – povratnika iz inozemnih institucija vrednovanje njihovog rada i statusa te moguće ekvivalencija utvrdit će povjerenstvo od 3 (tri) specijalista medicinske fizike.

DODATAK (specijalistički staž)

Naziv specijalizacije: MEDICINSKA FIZIKA

Trajanje specijalizacije: 48 mjeseci (od toga 24 mjeseca usporedno s predavanjima)

Plan specijalizacije

RAD U ZDRAVSTVENIM I ZNANSTVENO - OBRAZOVNIM USTANOVAMA KOJE ISPUNJAVAJU PROPISANE UVJETE (Klinike medicinskog fakulteta, Instituti (staž), Sveučilište u Zagrebu (poslije dipl. nastava)	44 mjeseca
GODIŠNJI ODMOR	... 4 mjeseca

DEFINICIJA SPECIJALISTA MEDICINSKE FIZIKE

Najmanje 3/4 rada specijalista medicinske fizike usmjereno je na primjenu zračenja u medicini a to je uz ostalo iskazano u Direktivi Europske komisije (EU 97/43/EURATOM od 30.06.1997 - Članak 2.) i prema EFOMP-u od 23.02.1998. (Guidelines for national member organisations of EFOMP on implementation of the EU Direct.97/43/EURATOM) te preporuke EFOMP-a od 10. mjeseca 2000 (EFOMP Policy Statement No. 10/2000 : Recommended Guidelines on National Schemes for Continuing Professional Development of Medical Physicists) :

Specijalist medicinske fizike je stručnjak u radijacijskoj fizici i radijacijskoj tehnologiji povezanoj s izlaganjem zračenju, unutar okvira ove direktive, čija praksa i kompetencije djelovanja su priznate od strane ovlaštenih autoriteta i koji je osposobljen djelovati i davati savjete o dozimetriji u bolesnika, o razvoju i uporabi složenih tehnika i opreme, o optimizaciji koja uključuje dozimetriju bolesnika i osiguranje kvalitete, uključujući i kontrolu kvalitete, i o drugim područjima koja se tiču zaštite od zračenja u okviru izlaganja zračenju određenom ovom direktivom. Specijalist medicinske fizike mora biti uključen u praksu svih medicinskih odjela koji primjenjuju ionizirajuće zračenje u bolesnika, dakle u radioterapiji, nuklearnoj medicini i dijagnostičkoj radiologiji a poželjno je da bude djelomično na raspolaganju i drugim odjelima koji primjenjuju fizikalne metode u medicini. Dakle, specijalist medicinske fizike

- je neophodni dio interdisciplinarnog tima, koji uz liječnike, tehničare i med.sestre neposredno sudjeluje u dijagnostici i liječenju bolesnika i snosi punu odgovornost u odabiru plana svake svakog dijagnostičkog ili terapijskog postupka u okviru svoje djelatnosti.
- izvodi sva fizikalna mjerenja koja se tiču planiranja i određenja doze te ima odgovornost za dozimetriju (pri terapijskim metodama),
- poboljšava uvjete koji vode računa o zaštiti od zračenja i smanjenju doze u bolesnika i osoblja (pri dijagnostičkim zahvatima),
- izrađuje i provodi testove u području osiguranje kvalitete medicinske opreme i u drugim područjima gdje se koriste fizikalne metode ,kao što su napr. magnetska rezonancija, laseri, ultrazvuk, termografija, elektro -stimulatori itd.
- kontrolira prikladnost uređaja obzirom na zaštitu od zračenja i ostale aspekte sigurnosti,
- izabire opremu za mjerenja i daje savjete o nabavi medicinske opreme,
- sudjeluje u obrazovanju i praksi osoblja i ostalih rukovatelja medicinskom opremom.

Program specijalizacije

TEORIJSKI DIO SPECIJALIZACIJE sadrži organizirana predavanja poslije diplomskog studija sa slijedećim predmetima (tijekom 4 semestra) i održavat će se na Sveučilištu u Zagrebu (PMF-Fizika, Medicinski fakultet i Fakultet elektronike i računarstva)

- Fizika u nuklearnoj medicini
- Radiološka i radioterapijska fizika
- Fizika i tehnika ultrazvuka u medicini
- Dozimetrija i zaštita od zračenja
- Metode tomografske rekonstrukcije u medicini
- Biomedicinska elektronika i instrumentacija
- Odabrana poglavlja fiziologije s patofiziologijom
- Radiološka anatomija
- Matematičko modeliranje i numeričke metode
- Primjena lasera u medicini
- Magnetska tomografija
- Odabrana poglavlja onkologije i radioterapije

SPECIJALISTIČKA PRAKSA održavat će se u zdravstvenim i znanstveno-obrazovnim ustanovama koje ispunjavaju propisane uvjete (Klinike medicinskog fakulteta, Instituti) tijekom 4 godine, i to prve 2 godine u zdravstvenim ustanovama usporedo s predavanjima a slijedeće 2 godine samo u zdravstvenim ustanovama.

Područja specijalističke prakse (pod voditeljstvom medicinskog fizičara s najmanje 10 godina prakse u Klinikama i Institutima te znanstvenim stupnjem magistra ili više) su slijedeća:

- RADIOLOŠKA DIJAGNOSTIKA	6 mjeseci
- RADIOTERAPIJA	12 mjeseci
- NUKLEARNA MEDICINA	12 mjeseci
- ZAŠTITA OD ZRAČENJA	3 mjeseca
- ULTRAZVUK U DIJAGOSTICI I TERAPIJI	4 mjeseca
- MAGNETSKA REZONANCIJA	4 mjeseca
- PRIMJENA LASERA U MEDICINI	3 mjeseca

Detaljni program specijalističke prakse

RADIOLOŠKA DIJAGNOSTIKA

Uloga specijalizanta medicinske fizike u radiološkoj dijagnostici je da upozna i da usvoji znanja i vještine u slijedećim područjima

1. opći zadaci u radiološkoj dijagnostici 4 mjeseca
 - fizikalna mjerenja koja se odnose na kvalitetu slike, dozu koja se aplicira bolesniku te preuzimanje odgovornosti za sve aspekte dozimetrije
 - poboljšavanje svih uvjeta koji vode smanjenju doze kod bolesnika, osoblja i ljudi u okolini radiološkog odjela
 - izvedba testova i kalibracija u vezi s osiguranjem kvalitete rada uređaja
 - kontrola planova i izvedbi prostora sa stanovišta zaštite od zračenja
 - izbor i rad s instrumentima koji služe pri mjerenjima u zaštiti od zračenja
 - upoznavanje i usvajanje rada s uređajima i metodama konvencionalne radiologije (rentgen uređaji, mamomat)
 - upoznavanje i usvajanje rada s uređajima i metodama kompjutorizirane tomografije, magnetske rezonancije i ultrazvuka u dijagnostici
 - usvajanje operativnog rada sa softverima uključenim u radiološku dijagnostiku

2. posebni zadaci u radiološkoj dijagnostici 2 mjeseca

- upoznavanje s tehničkim aspektom rada pri raznim radiografskim procesima
- upoznavanje s medicinskim aspektima rada u konvencionalnoj radiologiji, intervencijskoj radiologiji i neuroradiologiji prema posebnim područjima :
radiologija toraksa, kardio-vaskularnog sustava, urogenitalnog sustava, osteoartikularnog sustava, probavnog sustava, glave i vrata, stereotaksija u neurokirurgiji (za potrebe radiokirurgije tj. gamma-knife)
- usvajanje uputa i prakse u eventualnim slučajevima radijacijskih incidenata, nesreća i planova evakuacije

RADIOTERAPIJA

12 mjeseci

Uloga specijalizanta medicinske fizike u radioterapiji je da upozna i da usvoji znanja i vještine u slijedećim područjima:

1. opći zadaci u radioterapiji 6 mjeseci

- usvajanje tehničkih karakteristika i rada radioterapijskih uređaja s vanjskim snopovima, brahiterapijskim radioaktivnim izvorima te simulatora zračenja
 - usvajanje važećih dozimetrijskih protokola za fotonsko i elektronsko zračenje
 - kalibracija fotonskih i elektronskih snopova radioterapijskih uređaja (60Co, linearni akcelerator, rentgenski terapijski uređaj)
 - kalibracija brahiterapijskog uređaja s radioaktivnim izvorima
 - kalibracija očnih aplikatora s radioaktivnim izvorima
 - uporaba raznih dozimetrijskih sustava, uključujući razne detektore (ionizacijske komorice, poluvodičke detektora, termoluminiscentne (TL) detektore)
 - upoznavanje sa zadacima specijaliste medicinske fizike pri uvođenju u funkciju novih dozimetrijskih sustava i fantoma te stručnim savjetima kod njihove nabavke
 - instalacija i upoznavanje sa softverima za planiranje radioterapijskih postupaka te verifikacija točnosti eksperimentom
 - usvajanje postupaka planiranja u standardnoj radioterapiji i radioterapiji širokim snopovima
 - in-vivo dozimetrija uz pomoć poluvodičkih ili TL detektora
 - usvajanje svih aspekata zaštite od zračenja u radioterapijskom odjelu
2. posebni zadaci u radioterapiji 6 mjeseci

- usvajanje postupaka planiranja optimalne izodozne raspodjele više vanjskih snopova zračenja u standardnoj radioterapiji za razne slučajeve radioterapije tumora :
glava i vrat, dojka, pluća, probavni trakt, ekstremiteti, bubreg, postata, mokraćni mjehur, genitalni organi itd. - 400 planova
zračenje širokim snopovima (TLI, HBI, TBI, Mantl) 20 planova
- usvajanje postupaka in-vivo dozimetrije pri zračenju cijeloga tijela kao posebne metode zračenja
- uporaba CT i MR tomografskih presjeka pri planiranju, uključujući nehomogenosti tkiva
- usvajanje izvedbe i uporaba raznih atenuatora i kompenzatora za zaštitu pojedinih organa u polju zračenja (pluća, oka, bubrega itd.)

- interkomparacija doza s ostalim ustanovama u zemlji i inozemstvu (IAEA)
- proračun svih dozimetrijskih parametara za pojedini uređaj (vrijeme ekspozicije, monitorske jedinice)
- nadzor nad radom svih uređaja u pogledu zaštite od zračenja te primjenom protokola i zakonskih odredbi
- upoznavanje s planovima zaštite i evakuacije pri eventualnim incidentima u području prostora zračenja
- upoznavanje s potrebama stalnog profesionalnog usavršavanja

NUKLEARNA MEDICINA

12 mjeseci

Uloga specijalizanta medicinske fizike u nuklearnoj medicini je da upozna i da usvoji znanja i vještine u slijedećim područjima:

1. opći zadaci u nuklearnoj medicini

6 mjeseci

- usvajanje znanja o radioizotopima, njihovoj proizvodnji i uporabi u nuklearnoj medicini
- fizikalna mjerenja detektorima za vanjska mjerenja i mjerenja tekućih uzoraka
- usvajanje znanja o vizualizaciji distribucija radioizotopa pomoću skenera, fluorescentnog skenera, gama kamere i emisijske kompjutorizirane tomografije, brojača za cijelo tijelo itd.
- usvajanje praktičnih iskustava pri dozimetrijskim mjerenjima na spomenutim instrumentima
- nadzor nad kontrolom kvalitete instrumenata i svim postupcima u nuklearnoj medicini
- obrada podataka u nuklearnoj medicini pri kvantitativnom snimanju (in-vitro i in-vivo)
- stjecanje iskustva pri numeričkoj obradi slike, filtriranja slike te analiza složenih spektara
- usvajanje znanja o kinetičkoj analizi bioloških sustava, matematičkom modeliranju fizioloških sustava, kompartmentalne i nekompartmentalne analize, cirkulacije, metoda dekonvolucije itd.
- stjecanje iskustva o primjeni računalnih programa i potrebi stvaranja novih

2. posebni zadaci u nuklearnoj medicini

6 mjeseci

- usvajanje postupaka pri snimanjima raznih organa pomoću radioizotopa u nuklearnoj medicini :
 - središnji nervni sustav, koštani sustav, kardiovaskularni sustav, respiratorni sustav, gastrointestinalni sustav, urogenitalni sustav, endokrini sustav, hematopoetski limfatički sustav 400 postupaka
- stjecanje iskustva i proračuni pri terapijskoj primjeni izotopa u nuklearnoj medicini :
 - liječenje štitnjače (benigne bolesti) 10 postupaka
 - liječenje štitnjače (maligne bolesti) 10 postupaka
- nadzor nad radom svih uređaja u pogledu zaštite od zračenja te primjenom protokola i zakonskih odredbi
- upoznavanje s planovima zaštite i evakuacije pri eventualnim incidentima u području prostora zračenja
- upoznavanje s potrebama stalnog profesionalnog usavršavanja

ZAŠTITA OD ZRAČENJA

3 mjeseca

Specijalizant medicinske fizike treba steći iskustva sa zaštitom od zračenja za sve vidove primjene zračenja u medicini, dakle u (a) radiološkoj dijagnostici (1 mjesec), (b) nuklearnoj medicini (1 mjesec) i (c) radioterapiji (1 mjesec), tj. treba usvojiti slijedeća znanja i vještine :

a)

- kontrola kvalitete u zaštiti od zračenja, praktične metode analize ispravnosti dijagnostičkih aparata, snopova i slikovnih prikaza
- proračun i konstrukcija primarnih i sekundarnih štitova za razne tipove zračenja
- nadzor nad faktorima koji utječu na dozu u bolesnika, profesionalnog osoblja i stanovništva uključujući ograničenje veličine polja i ekspoziciju
- maksimalne dopuštene doze

b)

- procjena doze kod aplikacija s otvorenim izvorima zračenja unesenih u organizam
- metode biološke dozimetrije, osnovi radiobiologije, odgovor tkiva na razne brzine doza zračenja, energiju i kvalitetu zračenja
- optimizacija izbora i primjene tehnike dijagnostičke primjene zračenja u radiologiji i nuklearnoj medicini da se dobije najpovoljnija dijagnostička informacija uz najmanje ozračivanje.
- metode vanjske i unutarnje dekontaminacije radionuklida
- intervencijski nivoi pri nuklearnim akcidentima
- radioaktivnost okoline, vode , zraka i hrane uporabom alfa, beta i gama spektrometrijom i zaštita od zračenja

c)

- usvajanje znanja o planiranju prostora za radioterapiju, uključujući proračune debljine zaštitnih zidova
- usvajanje znanja o praktičnim mjerenjima koja mogu verificirati proračune za redukciju neatenuiranog intenziteta zračenja na dozvoljene transmitirane intenzitete
- nadzor nad radioaktivnim izvorima za primjenu u radioterapiji
- kontrola i pohrana podataka o raznim izvorima zračenja, napr. rtg, ^{60}Co , linearni akcelerator, afterloading itd. te evidencija o uporabnim dozvolama
- izbor i nadzor nad osobnim dozmetrima osoblja
- protokol o evakuaciji bolesnika, osoblja i ljudi u slučaju kvara na uređaju za teleterapiju (pogreška na mehanizmu za povratak izvora, požar i sl.)
- nadzor i evidencija nad primljenim apsorbiranim dozama profesionalnog osoblja te metode osobne dozimetrije, filmska, termoluminiscentna, digitalna
- biomedicinski učinci radiofrekventnog mikrovalnog zračenja

ULTRAZVUK U DIJAGNOSTICI I TERAPIJI

4 mjeseca

Uloga specijalizanta medicinske fizike u primjeni ultrazvuka u medicini je da upozna i da usvoji slijedeća znanja i vještine :

1. opći zadaci u primjeni ultrazvuka

2 mjeseca

- usvajanje znanja o izboru i primjeni ultrazvučnih aparata u ovisnosti području medicine gdje se koriste
- ultrazvučni sustavi, način funkcioniranja, razlučivanje, granice razlučivanja
- poznavanje ultrazvučnog markiranja i neusmjereni eho
- savladavanje tehnike mjerenja brzine Dopplerovim efektom, kontinuirani i impulsi sustavi
- nedoplerski sustavi za mjerenje brzine u vremenskoj domeni

- terapijski sustavi, veliki intenziteti i njihova primjena
- mjerenje ultrazvučnog polja
- pitanja štetnosti medicinskog ultrazvuka

2. posebni zadaci u primjeni ultrazvuka 2 mjeseca

- specijalizant medicinske fizike treba upoznati mogućnosti ultrazvučne dijagnostike za razna područja tijela, kao što su
ultrazvuk abdomena, dojke, glave i vrata, lokomotornog aparata, torakalnih organa i primjenu u ginekologiji i trudnoći
- prisustvovanje terapijskoj primjeni ultrazvuka, razbijanje bubrežnih kamenaca

MAGNETSKA REZONANCIJA U MEDICINI 4 mjeseca

Uloga specijalizanta medicinske fizike u primjeni magnetske rezonancije u medicini je da upozna i da usvoji slijedeća znanja i vještine :

1. opći zadaci u primjeni magnetske rezonancije 2 mjeseca

- principi spektroskopije magnetskom rezonancijom i fizikalne osnove MR signala, vremena relaksacije
- oslikavanje metodom MR i vrste uređaja za dijagnostičku primjenu
- metode tomografske rekonstrukcije, analitičke, algebarske/iterativne, statističke
- artefakti i fizikalni faktori koji utječu na kvalitetu slike, gušenje i raspršenje, dubinski promjenjiva rezolucija
- obrada signala
- izbor i karakteristike pojedinih rekonstrukcijskih filtera
- analitički i antropomorfni fantomi

2. posebni zadaci u primjeni magnetske rezonancije 2 mjeseca

- specijalizant medicinske fizike treba upoznati tehničke principe izvođenja MR pretrage i prisustvovati praktičnom oslikavanju raznih područja tijela: mozga i kralježnične moždine, funkcionalna analiza mozga, toraksa, dojke i zdjelice, kosti i zglobova te drugih organa - 100 MR snimki
- specijalizant treba izvesti vježbe iz procesiranja signala

PRIMJENA LASERA U MEDICINI 3 mjeseca

Uloga specijalizanta medicinske fizike u primjeni lasera u medicini je da upozna i da usvoji slijedeća znanja i vještine :

1. opći zadaci u primjeni lasera u medicini 1 mjesec

- specijalizant medicinske fizike treba upoznati tehničke principe rada raznih vrsti lasera
- treba usvojiti opća znanja o mehanizmu međudjelovanju laserskog zračenja i tkiva kao što su :
fotokemijska reakcija (biostimulacije, fotodinamička terapija), termičke interakcije (proizvodnja i transport topline, efekti zagrijavanja, laserom inducirana termoterapija), fotoablacija, plasmom inducirana ablacija, fotodestrukcija, prolaz ultrakratkih pulseva kroz tkivo

2. posebni zadaci u primjeni lasera u medicini

2 mjeseca

- specijalizant medicinske fizike treba prisustvovati primjeni lasera u medicini, po područjima: upotreba u dijagnostici (mamografija) i terapiji : otorinolaringologija (terapija tumora), okulistika (fotokoagulacija kod promjena na retini)
- specijalizant treba prisustvovati na 30 postupaka primjene lasera

NASTAVNI PROGRAM POSLIJEDIPLOMSKOG SPECIJALISTIČKOG STUDIJA "MEDICINSKA FIZIKA"

FIZIKA U NUKLEARNOJ MEDICINI

Dijagnostički proces u nuklearnoj medicini: Obilježivači, radiofarmaci i proizvodnja radioizotopa. Detektorski sistemi: za vanjska mjerenja, za mjerenje tekućih uzoraka, za vizualizaciju distribucije radioizotopa (skeneri, fluorescentni skeneri, gama kamere, emisijska kompjuterizirana tomografija i ostale metode snimanja), brojači za cijelo tijelo i poluvodički detektori. Kontrola kvalitete: instrumenata, radiofarmaka i postupaka. Snimanje raznih organa: štitnjača, jetra, slezena, srce, mozak, bubrezi, kosti i dr. Kinetička analiza bioloških sistema: matematičko modeliranje fizioloških procesa u organizmu, metode kompartmentalne analize i nekompartmentalne analize, izučavanje cirkulacije, metode dekonvolucije, razne metode klirensa i dr. Obrada podataka u nuklearnoj medicini: in vitro i in vivo (kvantitativno snimanje u nuklearnoj medicini), numeričke obrade slike, filtriranje slike, analiza složenih spektara i kvantifikacija interne kontaminacije.

Literatura:

1. Sorenson, M.E. Phelps, Physics in Nuclear Medicine, Grune & Straton, New York, 1987.
2. Bushberg, J.A. Seibert, E.M.Jr. Leidholdt, J.M. Boone, The Essential Physics of Medical Imaging. Williams & Wilkins, Baltimore, 1994.
3. Chandra, Introductory Physics in Nuclear Medicine. Lea & Febinger, Philadelphia, 1992.
4. Freeman, L.M. (editor), Freeman and Johnson's Clinical Radionuclide Imaging (Vol 1-3). Grune & Straton, New York, 1986.

RADIOLOŠKA I RADIOTERAPIJSKA FIZIKA

Nastanak i svojstva ionizirajućeg zračenja. Veličine koje opisuju međudjelovanje zračenja i materije : fotonski snop, KERM, fluenca energije, koeficijenti atenuacije, prijenosa i apsorpcije, zakočna moć, ekspozicija, apsorbirana doza. Jedinice u dozimetriji i zaštiti od zračenja. Izvori zračenja u medicinskoj dijagnostici i terapiji: x-zračenje, rentgenske cijevi u dijagnostici, radionuklidi u nuklearnoj medicini, generatori za kontaktnu površinsku, ortovoltaznu i supervoltaznu terapiju, x- i elektronsko zračenje u radioterapiji, linearni akcelerator, betatron, zračenje radionuklidima, kobalt jedinica. Osnove primjene snopova teških čestica: neutronske generatori, protonski i pionski generatori. Kvaliteta x zračenja. Vrste mjernih uređaja i detektora. Bragg-Grey teorija šupljine. Teorija ionizacijske komorice. Dozimetrijski protokoli pri određivanju apsorbirane doze (IAEA, Hrvatska). Sustav dozimetrijskih mjerenja i proračuna u fantomu. Empirijske dozimetrijske funkcije. Planiranje izodozne raspodjele u bolesnika. Korekcije zbog oblika i nehomogenosti ciljnog volumena zračenja. Standardna radioterapija. Dozimetrija zračenja cijeloga tijela. Elektronski snopovi u radioterapiji. Kiriterapija (fokalni izvori zatvorenog tipa). Kontrola kvalitete u dijagnostičkoj i terapijskoj radiologiji.

Literatura:

1. M. Vrtar, Temeljni principi dozimetrije, skripta, Zagreb 1999.
1. F.M. Khan, The Physics of Radiation Therapy, Williams & Wilkins, Baltimore, Maryland, USA, 1994
2. F.H. Attix, Introduction to Radiological Physics and Radiation Dosimetry, John Wiley & Sons, New York, USA, 1986
3. H.E. Johns, J.R. Cunningham: The Physics of Radiology, 4th ed., Charles C. Thomas, Springfield, Illinois, USA, 1983
4. C.F.G. Delaney & E.C. Finch, Radiation Detectors - Physical Principles and Applications, Oxford University Press, 1992
5. C.M. Washington & D.T. Leaver, Principles and Practice of Radiation Therapy Physics: Simulation and Treatment Planning, Mosby-Year Book Inc. 1996.
6. T.S. Curry et al., Christensen's Introduction to the Physics of Diagnostic Radiology, 4th ed., Lea & Febiger, 1990

FIZIKA I TEHNIKA ULTRAZVUKA U MEDICINI

Ultrazvučni valovi, ravni val, sferni val, ultrazvučni snop. Refleksija, raspršenje, lom valova u sredstvima i na granicama sredstva. Intenzitet i energija valova. Amplitudni i fazni spektri impulsa ultrazvuka. Sile u sredstvu i reflektorima izloženim ultrazvuku. Impedancija odašiljača sfernih valova. Generiranje ultrazvučnih snopova, piezoelektrični efekt, složeni pretvarači, fazno upravljane antene. Ehoskopski sustavi, način funkcioniranja, razlučivanje, granice razlučivanja. Ultrazvučno markiranje, neusmjereni eho i transponder sustavi. Doppler efekt za ravni val i za snopove valova. Mjerenje brzine Dopplerovim efektom, kontinuirani i impulsni sustavi. Mapping sustavi na Dopplerovom principu. Teorem uzimanja uzoraka i posljedice na točnost mjerenja. Nedopplerski sustavi za mjerenje brzine u vremenskoj domeni. Terapijski ultrazvuk, veliki intenziteti i njihova primjena. Mjerenje ultrazvučnog polja, hidrofoni, ultrazvučne vage, pitanja štetnosti medicinskog ultrazvuka.

Literatura:

1. P. Fish, Physics and Instrumentation of Diagnostic Medical Ultrasound, Wiley & Sons, John, Incorporated, 1990
2. J. F. Greenleaf, Tissue Characterization with Ultrasound, Vol.1: Methods CRC Press, 1986
3. Shung, K. Kirk, Ultrasonic Scattering in Biological Tissues, CRC Press, 1992
4. J. A. Zagzebski, Essentials of Ultrasound Physics Churchill Livingstone, 1993
5. C. M. Ziskin & P. A. Levin, Ultrasonic Exosimetry, CRC Press, 1992
6. W. W. Seto, Theory and problems of acoustics, Mc Graw Hill, 1971
7. P. M. Morse, Theoretical acoustics, Mc Graw Hill, 1968
8. B. Breyer: Medicinski dijagnostički ultrazvuk, Školska knjiga, Zagreb, 1982

DOZIMETRIJA I ZAŠTITA OD ZRAČENJA

Razni tipovi međudjelovanja ionizirajućeg zračenja i materije. Ekspozicija ionizirajućeg zračenja. Kvaliteta zračenja. Debljina sloja poluapsorpcije. Vrste detektora: ionizacijska komorica, termoluminiscentni detektor, poluvodički detektor, kemijski i filmski dozimetri. Kalibracija detektora. Dozimetrijski protokoli. Fantomi za analizu polja zračenja. Apsorbirana doza. Proračuni apsorbirane doze kod vanjskog x i elektronskog zračenja. Domet teških ionizirajućih čestica. Detekcija neutrona. Proračun primarnih i sekundarnih štitoza za razne tipove zračenja. Utjecaj zračenja na živu tvar i osnovni radiobiološki efekti. Maksimalne dopuštene doze za profesionalno osoblje i stanovništvo. Kontrola kvalitete u dozimetriji.

Principi i metode interne dozimetrije. Ocjena doze kod medicinskih aplikacija otvorenih izvora zračenja - MIRD metode i modeli. Metode biološke dozimetrije - citogenetske i hematološke tehnike za ocjenu doze. Nuklearna spektroskopija. Izračun apsorbirane doze zračenja od radionuklida unesenih u organizam korištenjem PC-a. Nuklearni akcidenti. Kontaminacija izvana i metode dekontaminacije. Interna kontaminacija i metode dekontaminacije. Lijekovi za profilaksu nakupljanja radionuklida u organizmu čovjeka. Vojni efekti nuklearnih zračenja i strateški postupci za zaštitu šire populacije. Osobine radioaktivnih padalina. Kasni efekti ionizacijskih ozračenja. Intervencijski nivoi za poduzimanje medicinskih postupaka. Vrste radijacijskih ozljeđa. Akutni radijacijski sindrom (ARS). Medicinski postupci kod prijema, trijaže i liječenja u bolnici. Specifična instrumentacija za ocjenu interne doze ("well" brojači, portalni monitori, brojači cijelog tijela). Radijacijska zaštita osoblja i pacijenata na bolničkom odjelu.

Literatura:

1. F.M. Khan, The Physics of Radiation Therapy Williams & Wilkins, Baltimore, Maryland, USA, 1994.
2. F.H. Attix, Introduction to Radiological Physics and Radiation Dosimetry, John Wiley & Sons, New York, USA, 1986.
3. H.E. Johns, J.R. Cunningham: The Physics of Radiology, 4th ed. Charles C. Thomas, Springfield, Illinois, USA, 1983.
4. P. Andreo, I. Cunningham, K. Hohlfield, H. Svenson, Absorbed dose determination in photon and electron beams, IAEA Tech. Report Ser. No.277, Vienna 1987.
5. Paić, G. Paić: Osnove radijacione dozimetrije i zaštite od zračenja, Udžbenik Sveučilišta u Zagrebu, Liber, Zagreb 1983.
6. F. D. Rollo: Nuclear Medicine Physics, Instrumentation and agents, The C.V. Mosby Company, Saint Louis 1977.
7. R. K. Hobbie: Intermediate Physics for Medicine and Biology, John Wiley&Sons, New York 1978.
8. H. Cember: Introduction to Health Physics, Pergamon Press, New York 1987.

METODE TOMOGRAFSKE REKONSTRUKCIJE U MEDICINI

Uvodni i povijesni pregled o primjeni tomografskih tehnika u medicini, znanosti i tehnologiji. (Radio astronomija, longitudinalna tomografija, elektronska mikroskopija, ECT, SPECT, PET, NMR, ultrazvuk, light-source, kodirane aperture, itd.). Artefakti i fizikalni faktori koji utječu na kvalitetu slike: gušenje i raspršenje zračenja, dubinski promjenjiva rezolucija. Osnove teorije obrade signala i diskretne Fourierove transformacije. Konvolucija i dekonvolucija. Osnovni teoremi. Radonova transformacija. Metode tomografske rekonstrukcije: analitičke,

algebarske/iterativne, statističke. Filtered-backprojection algoritam za razne geometrije: parallel-beam, fan-beam, cone-beam. Izbor i karakteristike pojedinih rekonstrukcijskih filtera. Metode korekcije gušenja zračenja i promjenjive rezolucije. Primjena i važnost metoda kompjuterske simulacije tomografske akvizicije. Analitički i antropomorfni fantomi. Maximum-likelihood iterativna rekonstrukcija.

Literatura:

1. Bracewell, R.N., The Fourier Transform and Its Applications. McGraw-Hill, New York, 1986.
2. Sorenson, J.A. and Phelps, M.E., Physics in Nuclear Medicine. Grune & Straton, New York, 1987.
3. Freeman, L.M. (editor), Freeman and Johnson's Clinical Radionuclide Imaging (Vol 3). Grune & Straton, New York, 1986.
4. Bushberg, J.T., Seibert, J.A., Leidholdt, E.M.Jr. and Boone, J.M., The Essential Physics of Medical Imaging. Williams & Wilkins, Baltimore, 1994.
5. Larson, S.A., Gamma Camera Emission Tomography. Acta Radiol. Suppl., p. 363, 1980.
6. Brooks, R.A. and DiChiro, G., Principles of Computer Assisted Tomography (CAT) in Radiographic and Radioisotope Imaging. Phys. Med. Biol., 21, 689, 1976.
7. Kak, A.C. and Slaney, M., Principles of Computerized Tomographic Imaging. IEEE Press, New York, 1988.
8. Herman, G.T. (editor), Image Reconstruction from Projections. Springer-Verlag, Berlin, 1979.
9. Shepp, L.A. and Vardi, Y., Maximum Likelihood Reconstruction for Emission Tomography. IEEE Trans. Med. Imaging, MI-1, 113, 1982.

BIOMEDICINSKA ELEKTRONIKA I INSTRUMENTACIJA

Mjerni kanal. Osnovni parametri mjernih pojačala. Diferencijalna i plivajuća pojačala te potiskivanje smetnji. Pokazivači: pisači, katodna cijev, pokazivači s tekućim kristalima. Analogno/digitalna pretvorba. Multipleksori. Izvori bioelektričkih potencijala. Akcijski potencijali. Karakteristični valni oblici i parametri napona: srca, mozga, mišića, oka i njihovo mjerenje. Elektrode. Uređaji za mjerenje bioloških napona: EKG, EEG, EMG, ENG i poligrafi. Uređaji za mjerenje bioloških impedancija. Mjerenje evociranih potencijala, usrednjavanje napona, i prikazi ekvipotencijalnih ploha (mapping). Mjerenje neelektričkih veličina: krvni tlak, protok krvi, respiracija. Električka stimulacija srca, mišića, živaca i urogenitalnog trakta. Elektrostimulatori srca (pacemakeri). Defibrilatori. Izvedba i opis rada uređaja za: kopjuteriziranu tomografiju (CT), magnetsku rezonanciju (NMR), jednofotonsku tomografiju (SPECT), pozitronsku emisijsku tomografiju (PET), impedancijsku tomografiju (EIT). Skeneri i gama kamere. Infracrvena termografija.

Literatura:

1. A. Šantić, Biomedicinska elektronika, Školska knjiga, Zagreb 1995.
2. A. Šantić, Elektronička instrumentacija, Školska knjiga, Zagreb 1993.
3. J.G. Webster, ed., Medical Instrumentation, Application and Design, Houghton - Mifflin, 1997.
4. S. Webb: The Physics of Medical Imaging. IOP Publishing Ltd. London 1992.
5. S. Tonković, Elektronička mjerna tehnika I, (Instrumentacija), Skripta FER-a, Sveučilište u Zagrebu 1975.
6. L.A. Geddes, L.E. Baker, Principles of Applied Biomedical Instrumentation, John Wiley & Sons, 1975.

ODABRANA POGLAVLJA FIZIOLOGIJE S PATOFIZIOLOGIJOM

Odnos zdravlja i bolesti - opći pojmovi nastanka i razvoja bolesti, nepoželjno djelovanje ionizirajućeg zračenja na organske makromolekule i anorganske molekule, iaktivacija enzima zračenjem, radiobiološke promjene u stanici, karakteristike biološkog djelovanja zračenja, oštećenja zračenjem - akutna i kronična, oštećenja zračenjem pojedinih tkiva i organa te organskih sustava, kancerogeno djelovanje zračenja, leukemogeno djelovanje zračenja, teratogeno djelovanje zračenja, genska pštećenja zračenjem, djelovanje neionizirajućeg zračenja na organizam čovjeka, utjecaj ostalih fizičkih agensa osim zračenja na organizam (električna struja, ultrazvuk, zvuk, toplina, hladnoća, vibracije itd.), normalni i poremećeni imunološki mehanizmi, normalni i poremećeni metabolizam vitamina, minerala i prometa vode i soli, održavanje i poremećaji acidobazne ravnoteže, normalni i poremećeni metabolizam bjelančevina, ugljikohidrata i masti, utjecaj bioloških agensa na organizam, utjecaj kemijskih agensa na organizam, fiziologija i patofiziologija krvi, normalna i poremećena funkcija pluća, normalna i poremećena funkcija gastrointestinalnog sustava, normalna i poremećena funkcija mokraćnog sustava, normalna i poremećena funkcija kardiovaskularnog sustava.

Literatura:

1. A.C. Guyton, Medicinska fiziologija, VIII izd. Medicinska knjiga, Zagreb 1986. (odabrana poglavlja u dogovoru s voditeljem kolegija)
2. S. Gamulin, M. Marušić, S. Krvavica, Patofiziologija, Jumena, 1988. (odabrana poglavlja u dogovoru s voditeljem kolegija)

RADIOLOŠKA ANATOMIJA

Uvođenjem novih tehnologija u medicinu posebice u radiologiju potrebna su dodatna znanja morfologije ali i funkcijske i topografske anatomije. Konvencionalna radiologija omogućuje uvid u koštani sustav i samo djelomično u druge organske sustave. Nove metode pretraga kao što su ultrazvuk, kompjuterizirana tomografija (CT) i magnetska rezonanca (MR) primjenjuju različite tehnike obrade te omogućuju uvid u anatomske detalje svih organa i sustava kao i mekih tkiva. Principi rada različitih uređaja su različiti te se iste anatomske strukture prikazuju na različite načine. Poznavanje različitih anatomskih prikaza te različite tehnologije nužnost je današnje radiologije, ali i čitave medicinske struke.

Anatomija svih sustava tijela te komparacija anatomije na rendgenogramima kao i na slikama ostalih metoda vizualizacije.

Literatura:

1. J. Krmpotić-Nemanić, Anatomija čovjeka, Medicinska naklada, Zagreb 1977.
2. D. Sutton, A Text book of Radiology and Imaging (Vol I-II, 4th edition), Churchill - Livingston, 1987.
3. Bilić i sur., Ultrazvuk u gastroenterologiji, Medicinska knjiga, Zagreb, 1997.

MATEMATIČKO MODELIRANJE I NUMERIČKE METODE

Osnovne numeričke operacije. Rješavanje sistema linearnih algebarskih jednadžbi. Nelinearni sistemi jednadžbi. Svojtstveni sistemi. Integracija običnih diferencijalnih jednadžbi (problemi sa zadanim početnim uvjetima, problemi sa zadanim rubnim uvjetima). Integracija parcijalnih diferencijalnih jednadžbi (zadani početni uvjeti u više dimenzija, metode rješavanja PDE sa zadanim rubnim uvjetima): eliptičke, paraboličke i hiperboličke PDE. Monte-Carlo metode. Matematičko modeliranje kao proces izgradnje matematičke reprezentacije fizikalne pojave (Identifikacija problema, varijabli i parametara. Osnovne postavke modela. Matematička reprezentacija. Pojednostavljeni model. Provjera, poboljšanje i izgradnja složenijih modela).

Literatura:

1. J. Stoer, R. Bulirsch: Introduction to Numerical Analysis, Springer-Verlag, 2002.
2. W.H. Press, S.A. Teukolsky, W.T. Vetterling, B.P. Flannery: Numerical Recipes, The Art of Scientific Computing, Cambridge University Press, 2001.
3. S.S.M. Wong: Computational Methods in Physics and Engineering, World Scientific, 1997.
4. N. Gershenfel: The Nature of Mathematical Modeling, Cambridge University Press, 2001.

PRIMJENA LASERA U MEDICINI

Princip rada lasera. Tipovi lasera: kontinuirani i pulsni laser. Laseri prema vrsti medija. Vodiči svjetlosti. Interakcija laserskog zračenja s materijom; naglasak na mutni medij. Teorija transporta fotona. Mjerenje optičkih svojstava tkiva. Mehanizmi međudjelovanja laserskog zračenja sa tkivom: fotokemijska reakcija (biostimulacije, fotodinamička terapija), termičke interakcije (proizvodnja i transport topline, efekti zagrijavanja, laserom inducirana termoterapija), fotoablacija, plasmom inducirana ablacija, fotodestrukcija. Primjena lasera u medicini: po područjima, u dijagnostici. Prolaz ultrakratkih pulsera kroz tkivo - upotreba u mamografiji. Sigurnost u radu s laserom.

Literatura:

1. Markolf H. Niemz: Laser-Tissue Interactions, Fundamentals and Applications, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1996
2. J. Eichler, T. Seiler: Lasertechnik in der Medizin, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1991

MAGNETSKA TOMOGRAFIJA

Principi spektroskopije magnetskom rezonancijom. Magnetske osobitosti tkiva - osnove za uporabu magnetskih mjerenja. Jezgra sa spinom u magnetskom polju. Energijski nivoi i uvjeti rezonancije. Kemijski pomak kao parametar razlikovanja tkiva. Blochove relacije. Relaksacijski procesi. Karakteristična vremena relaksacije T_1 i T_2 . Spektroskopija *in vivo*. Tomografsko snimanje – gradijent polja, odabir *toma*. Vremenski dijagrami pulsnih sekvenci različitih metoda oslikavanja: spinskom jekom, IR (povratnim oporavkom). Utjecaj gradijenta magnetskog polja na fazne i frekvencijske razlike rezonancije. Rezolucija i kontrast magnetske slike. Vježbe iz procesiranja signala.

Literatura:

1. M.A.Foster: Magnetic Resonance in Medicine and Biology; Pergamon Press Ltd. Headington Hill Hall Oxford OX3 0BW, England, 3rd ed. 2000,
2. D.G.Gadian: NMR and its Applications to living Systems; Oxford University Press, Walton Street, Oxford OX2 6DP Oxford, NY, Tokyo 1995
3. K.K.Shung, M.B. Smith, B.M.W. Tsui: Principles of Medical Imaging; Academic Press Inc. 1250 Sixth Avenue, San Diego, California 92101-4311 San Diego, NY, Boston... 1992

ODABRANA POGLAVLJA ONKOLOGIJE I RADIOTERAPIJE

Maligni tumori kao poseban problem zdravstva, važnost preventivnih mjera i rane dijagnoze raka, socijalni aspekti borbe protiv raka, kao i najnovija istraživanja i primjena radioterapije same i njezinog kombiniranja s kemoterapijom u liječenju raka. Definicija i djelokrug onkološke znanosti. Biologija rasta: molekularno-genetička osnova raka, stanična dioba i rak, imunološko prepoznavanje maligne stanice, metastaziranje i angiogeneza. Epidemiologija i prevencija zloćudnih tumora. Pristup onkološkom bolesniku Osnovi kemoterapije, radioterapije i hormonske terapije. Radiobiološka osnova radioterapije: učinak radioterapije na normalna tkiva, tumore, frakcioniranje radioterapije, radiobiološki učinak. Interakcija citostatika i radioterapije. Hipertermija. Svrha i primjena radioterapije (telegama, X-zrake, elektronski snopovi, neutroni, protoni, brahiterapija) u liječenju tumora glave i vrata, dojke, pluća, malignih limfoma, tumora gastrointestinalnog, urinarnog, endokrinog sustava, kože, kosti i mekih tkiva, CNS-a te spolnih organa

Literatura:

1. C. A. Perez, L. W. Brady: Principles and practice of radiation oncology. Second Edition. J. B. Lippincott Co. Philadelphia 1992.
2. M. Šamija, Z. Krajina, A. Purišić.: Radioterapija. Nakladni zavod Globus 1996.

KRATKI ŽIVOTOPISI NASTAVNIKA

Breyer, dr.sc. Branko, dipl. inž. elektronike, bavio se spektrometrijom ionizirajućeg zračenja, mikrodozimetrijom, nuklearnom elektronikom, radioterapijskom dozimetrijom, a zadnjih se 10 godina bavi teorijom i primjenom visokofrekventnog ultrazvuka u medicini. Predsjednik Hrvatskog društva za ultrazvuk u medicini u jednom mandatu. Objavio je preko 100 publikacija i 10 patenata. B.Breyer, B.Ferek-Petric: Blood flow measurement device, *United States Patent* 5,785,657, Jul. 28, (1998).

Brnjac-Kraljević, dr.sc. Jasminka, izvanredni profesor, pročelnica Katedre za fiziku i biofiziku Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Voditeljica projekta br. 108043: Narušena struktura lipoproteina velike gustoće i ateroskleroza. Spektroskopska istraživanja, koji je financiran od Ministarstva znanosti i tehnologije RH, te sudjeluje na međunarodnim projektima s USA i sa Slovenijom. Bavi se primjenom različitih spektroskopskih metoda u proučavanju važnih bioloških makromolekula. Objavila je 22 rada koji su citirani u Current Contents-u. Noviji rad: J.Brnjac-Kraljević, M.Kveder, G.Pifat, S.Pečar, M.Schara: The ESR kinetic study of lipid phase in HDL, *Croat.Chem.Acta* 74 (2001) 147-160. J.Brnjac-Kraljević: Struktura materije i dijagnostičke metode, Medicinska naklada, Zagreb 2001.

Krajina, dr. sc Zdenko., izvanredni profesor, predstojnik Klinike za onkologiju KBC Rebro. Nastavnik je u dodiplomskoj nastavi Medicinskog fakulteta u Zagrebu od 1979. a u postdiplomskoj nastavi od 1981. g. Od 1983-1986. bio je na stručnom usavršavanju u Institutu Curie u Parizu i Institutu Goussave Roussy u Villejuifu, Francuska, 1987. na studijskom boravku u SAD, te od 1989. do 1999. Autor je i koautor 6 knjiga i dvije skripte, 43 nastavna teksta u raznim knjigama za studente i postdiplomce Medicinskog fakulteta, te 48 stručnih i znanstvenih radova objavljenih u domaćim i stranim časopisima. Predsjednik je Hrvatskog društva za radioterapiju i onkologiju, član Akademije medicinskih znanosti Hrvatske i ESTRO (European Society for Therapeutic Radiology and Oncology). Nagrađen je za najuspješnije znanstveno djelo iz područja medicinskih znanosti 1996. godine kao urednik i autor knjige "Radioterapija" i 1999. od Hrvatskog liječničkog zbora. Noviji radovi: Juretić A, Šamija M, Krajina Z, Eljuga D, Turić M, Heberer M, Spagnoli G.C. In vitro generation of cytotoxic T lymphocytes against mutated ras peptides. *Radiol Oncol* 32(1):41-45,1998; Kurbel S, Kurbel B, Kovačić D, Sulava D, Krajina Z, Dmitrović B, Šokčević M. Endothelin secreting tumors and the idea of the pseudoectopic hormone secretion in tumors. *Medical Hypotheses* 52(4)329-333,1999.

Lončarić, dr.sc. Srećko, znanstveni suradnik, naslovni docent na PMF-u. Pročelnik polikliničkog odjela za biofiziku Kliničkog zavoda za nuklearnu medicinu i zaštitu od zračenja Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu i KBC-a Zagreb. Bavi se emisijskom kompjuteriziranom tomografijom - SPECT. Objavio 30 radova i 59 kongresnih priopćenja. Noviji radovi: E.F.Hollinger, S.Loncaric, Y.Dan-Chu, A.Ali, W.Chang: Using fast sequential asymmetric fanbeam transmission CT for attenuation correction of cardiac SPECT imaging, *J. Nucl. Med.* 39 (1998) 1335-1344. Grošev D, Lončarić S, Vandenberghe S, Dodig D. Triple-head gamma camera PET: system overview and performance Characteristics. *Nuclear Medicine Communications*, 2002, 23, 809-814

Reiner, dr.sc. Željko, specijalist-internist, redovni profesor Medicinskog fakulteta, predstojnik Klinike za unutrašnje bolesti KBC-a. Bio je ministar zdravstva Republike Hrvatske. Glavni istraživač projekta: Metabolički čimbenici rizika za aterosklerozu (108107) Ministarstva znanosti RH. Noviji rad: D.Vrbanec, Ž.Reiner, B.Belev, and S.Pleština: Changes in serum lipid and lipoprotein levels in postmenopausal patients with node-positive breast cancer treated with tamoxifen, *Tumori* 84Č (1998) 687-690.

Roller-Lutz, dr.sc. Zvezdana, redovni profesor, pročelnik katedre za fiziku Medicinskog fakulteta, profesor na Filozofskom fakultetu Sveučilišta u Rijeci. Glavni istraživač projekta br. 006247: Dinamika procesa atomskih interakcija, koji je financiran od Ministarstva znanosti i tehnologije RH. Bavi se atomskom i molekularnom fizikom.

Objavila je 32 rada koji su citirani u Current Contents-u. Noviji rad: Z. Roller-Lutz, Y. Wang and H.O. Lutz: Quantum-mechanically complete study of charge transfer from nonisotropic initial to nonisotropic final states in H^+ - $Na(3p_{\pm 1})$ collisions, *Phys.Rev.* **A61** (2000) 022710

Šantić, dr.sc. Ante, redovni profesor, Fakultet elektrotehnike i računarstva - Zavod za elektroničke sustave i obradbu informacija. Istraživački radi u području biomedicinske tehnike. Objavio je 141 rad od čega 79 znanstvenih, te 2 sveučilišna udžbenika. Vodio je 181 diplomski, 29 magistarskih i 10 doktorskih radova. Bio je voditelj 3 znanstvena projekata MTZ od 1992 do sada. Dobio je državnu nagradu za životno djelo u području tehničkih znanosti. Noviji rad: A.Šantić, T.Štritof, V.Bilas: Plethysmography measurements using short current pulses with low-duty cycle, *Proceedings of 20th Annual International Conference of the IEEE Engineering and Biology Society.* **20** No.4, Nov. 4-7, Hong-Kong, (1998) 1889-1892.

Štern-Padovan, dr.sc. Ranka, specijalist radiolog, profesor na Medicinskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu - Katedra za radiologiju. Predstojnica Kliničkog zavoda za dijagnostičku i intervencijsku radiologiju KBC-a Zagreb. Noviji rad: J.Paladino, N.Pirker, D.Štimac, R.Štern-Padovan: Eyebrow keyhole approach in vascular neurosurgery. *Minim. Invas. Neurosurg.* **41** (1998) 200.

Vretenar, dr. sc. Dario, redoviti profesor na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu u Zagrebu. Doktorat znanosti iz nuklearne fizike, Sveuciliste u Zagrebu, 1988. Znanstveno usavršavanje: Sveuciliste u Bologni, Sveuciliste Yale, Tehnicko Sveuciliste u Muenchenu. Gostujući profesor na Tehnickom Sveucilistu u Muenchenu. Područje istraživanja: teorijska nuklearna fizika, nuklearna struktura i reakcije, posebno relativistički modeli nuklearne strukture zasnovani na kvantnoj hadrodinamici, teorijski opis atomskih jezgridaleko od doline stabilnosti. Objavio preko 100 znanstvenih i stručnih. Od toga radova u međunarodnim časopisima, 40 radova u zbornicima međunarodnih znanstvenih skupova i uređio 4 zbornika radova međunarodnih konferencija. Na dodiplomskom studiju fizike predaje kolegije Nuklearna fizika I Matematičko modeliranje, a na poslijediplomskom studiju fizike predaje kolegij Matematičko modeliranje i numeričke metode.

Vrtar dr. sc. Mladen, izvanredni profesor, rukovoditelj jedinice za radiofiziku u Klinici za onkologiju KBC-a Zagreb i naslovni izvanredni profesor na dodiplomskom i poslije diplomskom studiju fizike na PMF-u u Zagrebu (za predmete: Medicinska fizika, Dozimetrija i zaštita od zračenja; Radiološka fizika) te voditelj smjera "Medicinska fizika" na poslijediplomskom studiju, predsjednik sekcije za medicinsku fiziku pri HDMBT. Ima preko 100 znanstvenih i stručnih publikacija te sažetaka s konferencija. Od toga 26 članka (12 citiranih u CC), 29 recenziranih radova izloženih na međunarodnim konferencijama, 51 nastup na domaćim skupovima, uključujući i pozvana predavanja, 7 znanstvenih i stručnih izdanja u knjigama, priručnicima i skriptama, 2 voditeljstva znanstvenih projekata (od toga 1 IAEA projekt), 2 sudjelovanja u projektima, itd. Također, 5 puta bio je mentor diplomskog rada i 4 puta mentor magistarskog rada. Noviji radovi: M.Vrtar, Total body irradiation dosimetry of a low dose rate ^{60}Co gamma field, *Fizika B* **10**, (2001) 4, 255-268. M.Vrtar, A dosimetric method of total body irradiation, *Cellular & Molecular Biology Letters* **7**, No 2, (2002) 337-340. N. Kovačević, M. Vrtar, B. Vekić. A simple calibration method for ^{106}Ru - ^{106}Rh eye applicators, *Radiotherapy and Oncology* **74**, (2005), 293-299.

