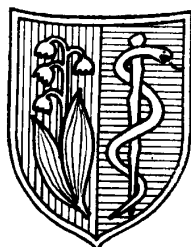


CENTRUM MEDYCZNE KSZTAŁCENIA PODYPLOMOWEGO



Program specjalizacji

w dziedzinie

FIZYKA MEDYCZNA

Program dla osób posiadających tytuł zawodowy magistra lub magistra inżyniera na kierunkach: fizyka, fizyka techniczna, inżynieria biomedyczna

Warszawa 2011

PROGRAM PRZYGOTOWAŁ ZESPÓŁ EKSPERTÓW:

Prof. dr hab. Barbara Gwiazdowska – konsultant krajowy w dziedzinie: fizyka medyczna

Prof. dr hab. Michał Waligórski – przedstawiciel konsultanta krajowego.

Dr hab. Anna Teresińska – przedstawiciel konsultanta krajowego.

Dr hab. Paweł Kukołowicz – przedstawiciel PTFM

Dr fiz. Jan Lesiak – przedstawiciel PTFM

I. ZAŁOŻENIA ORGANIZACYJNO-PROGRAMOWE

A) Cele kształcenia i uzyskane kompetencje zawodowe

Celem kształcenia specjalizacyjnego w dziedzinie fizyki medycznej jest przygotowanie specjalistycznej kadry fizyków do pracy w jednostkach ochrony zdrowia, w różnych działach medycyny. Celem kształcenia powinno być także pokierowanie rozwojem fizyków, aby mogli nie tylko spełniać rolę partnerów kadry medycznej w tym w szczególności lekarzy, lecz również podejmować decyzje dotyczące fizycznych aspektów medycyny. Fizycy medyczni powinni również działać inspirująco na zespół medyczny, z którym współpracują, zwracając uwagę na nowe możliwości w procesie diagnozowania i leczenia.

Uzyskane kompetencje zawodowe

Absolwent studiów specjalizacyjnych w dziedzinie fizyki medycznej uzyskuje szczególne kwalifikacje umożliwiające w tej dziedzinie:

- kształcenie specjalistów,
- wykonywanie ekspertyz,
- przeprowadzanie audytów,
- doradztwo w zakresie wyposażenia jednostki w aparaturę,
- sprawdzanie fizycznych parametrów aparatury medycznej,
- współdziałanie z lekarzem w diagnozowaniu i leczeniu pacjenta,
- prowadzenie zajęć dydaktycznych,
- prowadzenie prac badawczych.

Ponadto specjalista w dziedzinie fizyki medycznej posiada kompetencje do:

- zajmowania stanowiska kierownika zakładu (pracowni) fizyki medycznej,
- pełnienia funkcji kierownika specjalizacji,
- pełnienia funkcji specjalisty krajowego lub wojewódzkiego,
- reprezentowania środowiska fizyków medycznych na forach organizacyjnych i naukowych, krajowych i międzynarodowych.

B) Czas trwania specjalizacji

Specjalizacja trwa 3,5 roku i w uzasadnionych przypadkach, może być przedłużona lub skrócona (zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dnia 30.09.2002r. z późn. zm.). Przedstawiony program obejmuje kształcenie teoretyczne w wymiarze 520 godzin oraz praktyczne – staże kierunkowe - w wymiarze 22 tygodni.

W trakcie specjalizacji kandydat powinien odbyć staż podstawowy w wymiarze, co najmniej 3000 godzin wykonywania czynności zawodowych zgodnych z programem specjalizacji.

Wymiar specjalizacji jest wliczony do wymiaru stażu podstawowego.

(Staż podstawowy wynika z zatrudnienia osoby realizującej program specjalizacji.)

C) Sposób organizacji specjalizacji

Kształcenie specjalizacyjne prowadzone jest zgodnie z programem specjalizacji i kończy się egzaminem. Kierownik specjalizacji na podstawie programu przygotowuje indywidualny plan specjalizacji określający warunki i przebieg specjalizacji zapewniający opanowanie wiadomości i nabycie umiejętności praktycznych określonych w programie specjalizacji. Kształcenie specjalizacyjne realizowane jest w ramach modułów specjalizacji z wykorzystaniem form i metod kształcenia przewidzianych dla tych modułów. Odbywa się poprzez uczestniczenie w kursach, udział w stażach w wytypowanych instytucjach, samokształcenie drogą studiowania piśmiennictwa, przygotowanie pracy pogładowej lub badawczej przeznaczonej do prezentacji na forum Zarządu Głównego Polskiego Towarzystwa Fizyki Medycznej lub na forum Komitetu Fizyki Medycznej PAN, oraz nabywanie doświadczenia w wyniku realizacji zadań praktycznych. Tryb i warunki zaliczenia poszczególnych elementów kształcenia teoretycznego i praktycznego przedstawiono przy każdym module specjalizacyjnym. Jako ogólną zasadę przyjęto, że każdy kurs kończy kolokwium zaliczające. Termin kolokwium jest ustalany przez kierownika kursu.

Postępowanie kwalifikacyjne

Do specjalizacji może przystąpić osoba z tytułem magistra lub magistra inżyniera na kierunkach: fizyka, fizyka techniczna, inżynieria biomedyczna, wykonująca pracę - co najmniej przez okres jednego roku w ciągu ostatnich 3 lat - zgodną z programem specjalizacji. Postępowanie kwalifikacyjne do specjalizacji odbywa się na podstawie formalnej oceny wniosku kandydata. O zakwalifikowaniu kandydata do specjalizacji w dziedzinie fizyki medycznej decyduje komisja kwalifikacyjna powołana przez kierownika jednostki kształcącej. W przypadku, gdy liczba kandydatów przekroczy liczbę wolnych miejsc dodatkowo przeprowadzana jest z kandydatami rozmowa kwalifikacyjna. Celem rozmowy kwalifikacyjnej jest określenie przydatności kandydata do rozpoczęcia specjalizacji w dziedzinie fizyki medycznej oraz wyłonienie najlepszych kandydatów rokujących pomyślne ukończenie specjalizacji.

Zakres rozmowy kwalifikacyjnej powinien obejmować następujące elementy punktowane jak niżej:

- a) motywacja kandydata (1-3 pkt.);
- b) staż pracy (1-5 pkt.);
- c) kryterium merytoryczne, w szczególności tematycznie związane z przedmiotem specjalizacji – punktacja na podstawie rozmowy lub testu kwalifikacyjnego i przedstawionych zaświadczeń o ukończeniu szkoleń dodatkowych (1-5 pkt.);
- d) ocena na dyplomie magisterskim (1-5 pkt.);
- e) dorobek naukowy (1- 4 pkt.);
- f) znajomość języków obcych z preferencją angielskiego (0-3 pkt.);

Każdy z elementów rozmowy kwalifikacyjnej powinien być oceniany odrębnie i niezależnie przez każdego z członków komisji, według powyższej skali punktowej, a sumaryczna ocena punktowa (w zakresie 5 – 25 punktów) stanowi ostateczny wynik rozmowy kwalifikacyjnej. Na podstawie ostatecznego wyniku punktowego ustalana jest lista rankingowa kandydatów. W przypadku identycznej punktacji osób ubiegających się o jedno miejsce głos rozstrzygający ma przewodniczący komisji kwalifikacyjnej. Szczegółowy sposób oceny rozmowy kwalifikacyjnej, zwłaszcza posiadanej wiedzy i dorobku naukowego z fizyki medycznej określa przewodniczący komisji kwalifikacyjnej.

D) Zakres specjalizacji – wymagana wiedza teoretyczna i umiejętności praktyczne

(Uwaga: Zagadnienia wyszczególnione poniżej rozwinięto przy omawianiu poszczególnych modułów)

1. Szczegółowy zakres wymaganej wiedzy teoretycznej:

Wykonywanie zawodu fizyka medycznego polega na zastosowaniu wiedzy z fizyki w różnych działach medycyny i ochrony zdrowia, co wymaga dodatkowo znajomości lub rozszerzenia takich obszarów wiedzy jak:

- podstawy anatomii i fizjologii człowieka,
- podstawy radiobiologii,
- metody rejestracji i przetwarzania danych oraz modelowania matematycznego,
- budowa i działanie aparatury i związane z nią techniki stosowane w medycynie,
- metody badania fizycznych parametrów związanych z bezpieczeństwem i prawidłowym funkcjonowaniem specjalistycznej aparatury z zakresu: radioterapii, metod obrazowania, medycyny nuklearnej i elektromedycyny (w szczególności testy dotyczące kontroli jakości: podstawowe, specjalistyczne i in.),
- metody zabezpieczeń przed ewentualnymi zagrożeniami związanymi z niektórymi technikami stosowanymi w medycynie,
- wybrane zagadnienia prawno-organizacyjne.

2. Wykaz umiejętności praktycznych będących przedmiotem specjalizacji:

- stosowanie właściwej fizycznej metodyki i aparatury (terapeutycznej, diagnostycznej, pomiarowej) w różnych działach medycyny i ochrony zdrowia;
- wprowadzanie zasad zapewnienia jakości, organizowanie lub prowadzenie nadzoru nad jakością stosowanych fizycznych metod i aparatury, w tym jej oprogramowania;
- wykonywanie i interpretacja testów podstawowych i specjalistycznych dotyczących bezpieczeństwa i jakości w funkcjonowaniu specjalistycznej aparatury z zakresu radioterapii, metod obrazowania, medycyny nuklearnej i elektromedycyny;
- prowadzenie pomiarów zjawisk fizycznych (sygnałów) pochodzących od pacjenta, aparatury lub fizycznych czynników szkodliwych dla zdrowia;
- określanie wielkości dawki (lub aktywności) i jej rozkładu (z pomocą systemów komputerowych) w ciele pacjenta;
- optymalizacja obliczonych rozkładów dawek w ciele pacjenta połączona z umiejętnością krytycznej oceny dawek otrzymanych w wyniku stosowania różnych metod frakcjonowania;
- analiza biologicznych skutków dawek z uwzględnieniem modeli oddziaływań radiobiologicznych;
- opracowania statystyczno-probabilistyczne otrzymywanych wyników;
- znajomość zagadnień związanych z ochroną przed szkodliwymi czynnikami w medycynie, w szczególności przed niepożądanym działaniem promieniowania jonizującego;
- analiza dawek w ciele pacjenta związanych z technikami radioterapeutycznymi, metodami obrazowania i medycyny nuklearnej pod kątem narażenia pacjenta z uwzględnieniem aspektów populacyjnych;

- przygotowanie zakładów fizyki medycznej, laboratoriów badawczych lub pomiarowych do certyfikacji lub akredytacji;
- prowadzenie dydaktyki z zakresu fizyki medycznej;
- poprowadzenie prac badawczych lub rozwojowych z zakresu fizyki medycznej.

II. PLAN KSZTAŁCENIA

A. Moduły specjalizacji

1. Kursy
2. Staże kierunkowe

Zaleca się, aby kształcenie było realizowane w formie kursów. Obligatoryjne kursy zostały wymienione w poniżej tabeli.

L.p.	Moduł W formie obligatoryjnych kursów (tytuł)	Teoria Liczba godzin	Staż Placówka	Czas trwania stażu tygodnie
I	Podstawy anatomii i fizjologii człowieka	25	-	-
II	Podstawy radiobiologii	30	-	-
III	Wybrane zagadnienia fizyki promieniowania	25	-	-
IV	Metody detekcji i dozymetrii promieniowania	35	-	-
V	Ochrona radiologiczna	20	-	-
VI	Teleradioterapia w formie 4. obligatoryjnych kursów: 1. modelowanie wiązek terapeutycznych; 25 godz. 2. planowanie leczenia; 25 godz. 3. planowanie i realizacja technik specjalnych; 25 godz. 4. dozymetria i kontrola jakości; 25 godz.	100	Obligatoryjnie przynajmniej w 2. Placówkach; w każdej nie krócej niż 2 tygodnie. Jedna z placówek musi być placówką wyspecjalizowaną.	8
VII	Brachyterapia w formie 2 obligatoryjnych kursów: 1. planowanie i realizacja leczenia; 30 godz. 2. dozymetria i kontrola jakości; 20 godz.	50	Obligatoryjnie przynajmniej w 2. Placówkach; w każdej nie krócej niż 2 tygodnie. Jedna z placówek musi być placówką wyspecjalizowaną.	6
VIII	Terapia promieniowaniem niejonizującym	25	-	-
IX	Diagnostyka obrazowa	60	Obligatoryjnie przynajmniej w 2. Placówkach; w każdej nie krócej niż 1 tydzień. Staż należy odbyć w placówce (placówkach), która może zapoznać z techniką MR i TK wielorzędową.	4

Program specjalizacji w dziedzinie fizyka medyczna

X	Medycyna nuklearna w formie 2 obligatoryjnych kursów: 1. diagnostyka radioizotopowa; 35 godz. 2. terapia radioizotopowa; 15 godz.	50	Obligatoryjnie przynajmniej w 2. Placówkach; w każdej nie krócej niż 1 tydzień. Jedna z placówek musi prowadzić diagnostykę PET.	4
XI	Bioelektryczność i biomagnetyzm w diagnostyce	30	-	-
XII	Statystyka	30	-	-
XIII	Wybrane zagadnienia informatyki medycznej	30	-	-
XIV	Zagadnienia prawno-organizacyjne	10	-	-
	Ogółem	520		22

B. Formy i metody samokształcenia

Samokształcenie obejmuje przygotowanie się do zaliczenia poszczególnych modułów, studiowanie piśmiennictwa oraz nabywanie doświadczenia w wyniku realizacji zadań praktycznych w szczególności podczas odbywania staży, a także przygotowanie opracowań teoretycznych, pracy pogładowej lub pracy oryginalnej. Praca pogładowa lub badawcza przeznaczona do prezentacji na forum Zarządu Głównego Polskiego Towarzystwa Fizyki Medycznej lub na forum Komitetu Fizyki Medycznej PAN zostaje wcześniej przedłożona kierownikowi specjalizacji do akceptacji, w takim terminie, aby prezentacja odbyła się przed dopuszczeniem do końcowego egzaminu.

C. Metody oceny wiedzy teoretycznej i nabytych umiejętności praktycznych

1. Ocena wiedzy i umiejętności objętych programem danego modułu

- kolokwia,
- sprawdziany,
- ocena złożonych opracowań teoretycznych, pracy pogładowej lub pracy oryginalnej.

2. Metody oceny znajomości języków obcych:

- rozumienie tekstu pisanego, w szczególności literatury fachowej;
- porozumiewanie się z pacjentami i przedstawicielami innych zawodów w dziedzinie ochrony zdrowia.

D. Wykaz literatury:

W nawiasach [...] zaznaczono numerację modułów zgodnie z numeracją podaną w tabeli kształcenia. (Większość zalecanych pozycji pochodzi z rekomendacji IAEA: Clinical Training of Medical Physicists Specializing in Radiation Oncology, Training Course Series 37. IAEA, Vienna, 2009).

UWAGA: Kierownik kursu zobowiązany jest przedstawiać, przed rozpoczęciem kursu, aktualne obowiązkowe i szczególnie zalecane lektury, związane z zagadnieniami omawianymi na kursie.

1. Baltas D, Sakelliou L, Zamboglou N. The Physic of Modern Brachytherapy. Taylor and Francis. **[VII]**;
2. Bendat JS, Piersol AG. Metody analizy i pomiaru sygnałów losowych. Wydawnictwa Naukowe PWN, Warszawa, 1976. **[XI]**;
3. Cherry SR, Sorenson JA, Phelps ME, Physics in Nuclear Medicine. 3rd ed., Elsevier, 2003. **[IX, X]**;
4. Christian PE, Waterstram-Rich KM. Eds. Nuclear Medicine and PET/CT Technology and Techniques, Elsevier, 2007. **[IX, X]**;
5. Crowley J, Ankerst DP. Eds. Handbook of Statistics in Clinical Oncology. 2nd edn. Chapman & Hall/CRC, 2006. **[VI, VII, XII, XIII]**;
6. Dąbrowski R. Nowe metody dozymetrii oparte na kalibracji komór jonizacyjnych w wodzie. Pol J Med Phys & Eng 2001; 7,(3):175-197. **[III, IV, VI]**;
7. Dendy PP, Heaton B. Physics for diagnostic radiology. 2nd ed. The Physics Publishing, Bristol UK and Philadelphia USA, 1999. **[II, III, V, IX, X]**;
8. Ell PJ, Gambhir SS. Eds. Nuclear Medicine in Clinical Diagnosis and Treatment, Churchill Livingstone, 2004. **[IX, X]**;
9. Gerbulet A, Poetter A, Mazon JJ, Meerten H, Van Limbeergen E. Ed. The Gec ESTRO Handbook of Brachytherapy. ACCO, Leuven, Belgium, 2002. **[II, VII]**;
10. Gibbon JP. Ed. Monitor Units Calculations for External Photon & Elektron Beams. Advanced Medical Publishing, 2000. **[VI]**;
11. Gonet B. Obrazowanie magnetyczno-rezonansowe. Zasady fizyczne i możliwości diagnostyczne. Wydawnictwa Lekarskie PZWL, Warszawa, 1997. **[IX]**;
12. Hall E, Giaccia AJ. Radiobiology for the Radiologists. 6th ed. Lippincott, Wilkins & Williams, Philadelphia, 2006. **[II]**;
13. Hoskin P, Coyle C. Eds. Radiotherapy in Practice-Brachytherapy. Oxford University Press, 2005. **[VII]**;
14. Hryniewicz A. Człowiek i promieniowanie jonizujące. Wydawnictwa Naukowe PWN, Warszawa, 2001. **[II, III, V]**;
15. Hryniewicz A, Rokita E. Red. Fizyczne metody diagnostyki medycznej i terapii. Wydawnictwa Naukowe PWN, Warszawa, 2000. **[II, V, VI, VII, VIII, IX]**;
16. IAEA. Absorbed dose determination in photon and electron beams. An international code of practice. Technical Reports Series No TRS 277, IAEA, Vienna, 1987. **[III, IV, VI, VII]**;
17. IAEA. Calibration of dosimeters used in radiotherapy. An international code of practice. Technical Reports Series, second edition, No TRS 374, IAEA, Vienna, 1994. **[III, IV, VI, VII]**;
18. IAEA. International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources, Safety Series No 115, IAEA, Vienna, 1996. **[V]**;
19. IAEA. The use of plane parallel ionisation chambers in high energy electron and photon beams. An international Code of Practice for Dosimetry. Technical Reports Series No TRS 381, IAEA, Vienna, 1997. **[III, IV, VI, VII]**;
20. IAEA. Absorbed dose determination in external beam radiotherapy. An International Code of Practice for Dosimetry Based on Standards of Absorbed Dose to Water. Technical Reports Series No TRS 398, IAEA, Vienna, 2000. **[III, IV, VI, VII]**;
21. IAEA. Lessons Learned from Accidental Exposures in Radiotherapy. Safety Reports Series No 17, IAEA, Vienna, 2000. **[V, VI, VII]**;

22. IAEA. Calibration of photon and beta ray sources used in brachytherapy. No TECDOC -1274, IAEA, Vienna, 2002. **[III, IV, VI, VII];**
23. IAEA. Commissioning and QA of Computerized Treatment Planning Systems for Radiation Treatment of Cancer. Technical Reports Series No TRS 430, IAEA, Vienna, 2004. **[III, IV, VI, VII];**
24. IAEA. Applying Radiation Safety Standards in Diagnostic Radiology and Interventional Procedures Using X Rays. Safety Reports Series No 39, IAEA, Vienna, 2006 **[V, IX];**
25. IAEA. Setting up a Radiotherapy Programme: Clinical Medical Physics, Radiation Protection and Safety Aspects. IAEA, Vienna, 2008. **[V];**
26. IAEA. Calibration of reference dosimeters for external beam radiotherapy. Technical Reports Series, No TRS 469, IAEA, Vienna, 2009. **[III, IV, VI, VII];**
27. Jaroszyk F. Red. Biofizyka. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa, 2007. **[I, III, VIII, IX, XI];**
28. Joslin CA, Flynn A, Hall EJ. Eds. Principles and Practice of Brachytherapy: Using Afterloading Systems. Arnold Press. 2001. **[VII];**
29. Johns H.E, Cunningham J.R. The physics of Radiology. 4th edn. Thomas Springfield, USA. 1983. **[III, IV, VI, VII];**
30. Khan FM. The Physics of Radiation Therapy. 2nd edn. Lippincott, Wilkins & Williams, Philadelphia, 2003. **[III, IV, VI, VII];**
31. Klevenhagen S.C. Physics and Dosimetry of Therapy Electron Beams. Medical Physics Publishing, 1993. **[IV,VI];**
32. Królicki Leszek. Medycyna nuklearna. Fundacja im. Rydygiera, 1996. **[X];**
33. Łobodziec W. Dozymetria promieniowania jonizującego w radioterapii. Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, Katowice, 1999 **[IV, VI, VII];**
34. Malicki J, Ślosarek K. Red. Biofizyka w radioterapii. Elsevier. 2011 (w druku). **[III, IV, VI, VII, IX];**
35. Morawska-Kaczyńska M. Testy kontroli jakości dawkomierzy z komorami płaskimi (Rekomendacje Laboratorium Wtórnych Wzorców Dozymetrycznych dla użytkowników dawkomierzy z komorami płaskimi w ośrodkach onkologicznych w Polsce). Nowotwory 2000, 50,(3):294-302. **[IV, VI, VII];**
36. Moseley H. Non-ionizing radiation. Microwaves. Ultrafiolet and Laser Radiation. Adam Hilger, Bristol, 1988. **[VIII];**
37. Niedermayer E, da Silva FL. Electroencephalography. Basic Principles. Clinical Applications, and Related Fields. 5th ed., Lippincott, Wilkins & Williams, Philadelphia, 2004. **[XI];**
38. Nowicki A. Podstawy ultrasonografii dopplerowskiej. Wydawnictwa Naukowe PWN, Warszawa, 1998. **[IX];**
39. Nunez PL. Electrical Fields of the Brain. The Neurophysics of EEG. 2nd ed., Oxford University Press, New York, 2006. **[XI];**
40. Paliwal BR, Hetzel FW, Dewhirst MW. Ed. Biological, physical and clinical aspects of hyperthermia. American Institute of Physics, New York, 1988. **[VIII].**
41. Pawlicki T, P. Scalliet P, Mundt A, Dunscombe P. Quality Assurance in Radiotherapy. Taylor & Francis. 2010. **[IV, VI, VII];**
42. Pawlicki G, Pałko T, Golnik N, Gwiazdowska B, Królicki L.Red. Biocybernetyka i inżynieria biomedyczna 2000. tom 9: Fizyka medyczna. Akademicka Oficyna Wydawnicza Exit, Warszawa, 2002. **[IV, VI, VII, VIII, IX, X, XIV];**
43. Perez C, Brady L. Eds. Principles and practice of radiation oncology. Lippincott, Wilkins & Williams, Philadelphia, 2004. **[III, IV, VI, VII];**

44. **Podgorsak EB, Ed. Review of radiation oncology physics: A handbook for teachers and students. Vienna, IAEA, 2003.[II, III, IV, V, VI, VII, IX, X]-podręcznik obowiązkowy;**
45. Pruszyński B. Red. Diagnostyka Obrazowa. Podstawy teoretyczne i metodyka badań. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa, 2000.[IX,X];
46. Rudowski R. Red. Informatyka medyczna. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2003. [XIII];
47. Saha GP. Physics and Radiobiology of Nuclear Medicine. 2nd ed. Springer Verlag. New York, Berlin, Heidelberg, 2001. [III, V, X];
48. Scharf W. Akceleratory medyczne. Wydawnictwa Naukowe PWN, Warszawa, 1994.[VI];
49. Shimoda K. Wstęp do fizyki laserów. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 1993. [VIII];
50. Skrzypczak E, Szepliński Z. Wstęp do fizyki jądra atomowego i cząstek elementarnych. Wydawnictwa Naukowe PWN, Warszawa, 2002.[III];
51. Steel G. Basic Clinical Radiobiology. 3rd edn. Arnold Press, 2002 [III];
52. Tołwiński J. Obrazowanie w diagnostyce medycznej. 2. wyd. Zeszyty naukowe Wielkopolskiego Centrum Onkologii 2006; 3(3)71-106. [IX, X];
53. Traczyk WZ. Fizjologia człowieka w zarysie, Wyd. VII, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa, 2002.[I];
54. Van Dyk J. Ed. The Modern Technology of Radiation Oncology. Medical Physics Publishing, Madison WI, 1999 (oraz Vol. 2 2005). [IV, VI, VII, VIII];
55. Wernick MN, Aarsvold JN (Eds.), Emission Tomography: The Fundamentals of PET and SPECT, Elsevier, 2004. [IX, X];
56. Wigg DR. Applied Radiobiology and Bio effect Planning. Medical Physics Publication, 2001. [II, VI, VII];
57. Williams JR, Thwaites DI. Eds. Radiotherapy Physics in Practice, 2nd edn. Oxford University Press, 2000. [VI, VII];
58. Williamson JF, Thomadsen BR, Nath R. Ed. Brachytherapy Physics. Medical Physics Publishing, Madison WI, 1994.[VII];
59. Woodward M. Epidemiology: Study Design and Data Analysis. 2nd edn. Chapman & Hall/CRC, 2005. [XII];

Ponadto zaleca się:

1. zaznajamianie się z dostępnymi w Internecie:

- American Association of Physicists in Medicine reports,
- International Commission on Radiation Units and Measurements reports;
- IAEA Publications in the field of dosimetry and medical physics

2. śledzenie publikacji głównie w:

- European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging,
- International Journal of Radiation Oncology, Biology, Physics,
- Journal of Nuclear Medicine,
- **Medical Physics (obowiązkowo),**
- Nowotwory,
- Nukleonika,

- Physics in Medicine and Biology,
- **Polish Journal of Medical Physics and Engineering (obowiązkowo),**
- Problemy Medycyny Nuklearnej,
- Radiotherapy & Oncology,
- Radiation Measurements,
- Radiation Protection Dosimetry,
- Raports of Practical Oncology and Radiotherapy.

3. zaznajamianie się z aktami prawnymi dotyczącymi ochrony zdrowia.

E. Zakres egzaminu

Egzamin kończący specjalizację: Państwowy Egzamin Specjalizacyjny (PESoz) to egzamin dwuczęściowy, składający się z egzaminu praktycznego i egzaminu teoretycznego. Jako pierwszy przeprowadza się egzamin praktyczny, którego pozytywny wynik dopuszcza do egzaminu teoretycznego. Egzamin teoretyczny może być w formie ustnej lub testowej. W formie testowej, gdy do PESoz w danej dziedzinie zostanie dopuszczonych, co najmniej 50 osób lub w formie egzaminu ustnego, gdy kandydatów w danej sesji jest mniej. Egzamin teoretyczny jest przeprowadzany zgodnie z ramowym programem specjalizacji. Pytania i zadania egzaminacyjne odnoszą się bezpośrednio do treści omawianych w poszczególnych modułach kształcenia. Zadania egzaminacyjne dla PESoz opracowuje i ustala CEM w porozumieniu z konsultantem krajowym w dziedzinie fizyki medycznej odrębnie na każdą sesję egzaminacyjną.

III. PROGRAM NAUCZANIA POSZCZEGÓLNYCH MODUŁÓW

Moduł I: Podstawy anatomii i fizjologii człowieka

Tematyka modułu realizowana jest przez 1 obligatoryjny kurs.

A. Kurs: „Podstawy anatomii i fizjologii człowieka”

Treści nauczania

Wykłady:

1. Podstawy biologii komórki i organizmów wyższych;
2. Podstawy fizjologii i patofizjologii człowieka; układy: nerwowy, oddechowy, krwionośny, pokarmowy, moczowy, rozrodczy, nerwowy, kostno-mięśniowy i skórny, wydzielania wewnętrznego, chłonny (podstawy immunologii);
3. Choroby nowotworowe;
4. Podstawy anatomii: ośrodkowego układu nerwowego, regionu głowy i szyi, klatki piersiowej (płuca, przelyk, serce i duże naczynia), gruczołów piersiowych, przewodu pokarmowego (żołądek, dwunastnica, wątroba, drogi żółciowe, trzustka, jelita), układu moczowego, żeńskich i męskich narządów płciowych, kostno-mięśniowego, naczyniowego i chłonnego, specyfika anatomii dzieci;

Uwaga: W wykładach należy zwrócić uwagę na (a) sekwencje sposobów obrazowania narządów celem uzyskania pełnej informacji diagnostycznej oraz (b) umiejętność

rozpoznawania narządów na obrazach planarnych i poprzecznych, zwłaszcza narządów uważanych za krytyczne z punktu widzenia radioterapii.

Zakres wymaganej wiedzy teoretycznej i umiejętności praktycznych

W wyniku realizacji programu modułu fizyk medyczny powinien:

- posiadać podstawową wiedzę z zakresu anatomii i fizjologii człowieka;
- posługiwać się językiem umożliwiającym komunikowanie z lekarzem;
- być przygotowanym do korzystania z osiągnięć diagnostyki obrazowej, w szczególności rozpoznawać obrazowane narządy;
- umieć ocenić zagrożenie narządów krytycznych podczas radioterapii;
- być partnerem dla lekarza.

B. Staż

Nie jest przewidziany dla tego modułu.

C. Wskazówki metodyczne dotyczące realizacji programu modułu

Czas realizacji: 25 godzin.

Formy zajęć: wykłady.

Sposób zaliczenia:

część teoretyczna - kolokwium i ocena wystawiona przez wykładowcę (lub średnia ocena jeżeli wykładowców jest kilku, wystawiana przez kierownika kursu);

staż – nieprzewidziany.

Moduł II: Podstawy radiobiologii

Tematyka modułu realizowana jest przez 1 obligatoryjny kurs.

A. Kurs: „Podstawy radiobiologii”

Treści nauczania

Wykłady:

1. Oddziaływanie promieniowania jonizującego na organizmy żywe;
2. Promieniowrażliwość w cyklu komórkowym;
3. Modele wzrostu guza nowotworowego;
4. Proliferacja komórkowa w tkankach prawidłowych;
5. Krzywe przeżywalności:
 - a. promieniowanie o niskim i wysokim LET;
 - b. zależność wrażliwości od miejsca w cyklu komórkowym;
 - c. efekt tlenowy;
 - d. uszkodzenia letalne i subletalne;
6. Modele matematyczne opisujące oddziaływanie promieniowania jonizującego na komórki;
7. Pojęcie izoefektu;
8. Uszkodzenia popromienne:
 - a. zależność uszkodzeń od budowy tkanek;
 - b. objawy uszkodzeń;
 - c. zależność uszkodzeń od dawki frakcyjnej, czasu i szybkości akumulacji dawki;
9. Dawki tolerancji;

Ćwiczenia praktyczne:

10. Biologiczna dozymetria i planowanie leczenia (frakcjonowanie, przerwy w leczeniu, łączenie tele- i brachyterapii, łączenie z chemioterapią, ograniczenia obliczeń radiobiologicznych w praktyce klinicznej);
11. Model liniowo-kwadratowy w zastosowaniach w radioterapii.

Zakres wymaganej wiedzy teoretycznej i umiejętności praktycznych

W wyniku realizacji programu modułu fizyk medyczny powinien:

- znać i rozumieć zjawiska fizyczne zachodzące podczas przechodzenia promieniowania przez ośrodek materialny oraz umieć określić jaka część energii ulega absorpcji w ośrodku oraz rozproszeniu, oraz jak zmienia się natężenie wiązki opuszczającej ośrodek w wyniku tych zjawisk;
- posiadać podstawowe wiadomości z zakresu wpływu promieniowania jonizującego na organizm żywy;
- umieć stosować wiedzę na temat dozymetrii biologicznej i znać jej ograniczenia;
- rozumieć zagrożenie wynikające ze stosowania promieniowania jonizującego;
- posiadać umiejętność posługiwania się modelem liniowo-kwadratowym radioterapii;
- być przygotowanym do włączenia się w badania prowadzone z wykorzystaniem promieniowania jonizującego.

B. Staż:

Nie jest przewidziany dla tego modułu.

C. Wskazówki metodyczne dotyczące realizacji programu modułu

Czas realizacji: 30 godzin.

Formy zajęć: wykłady połączone z zajęciami praktycznymi.

Sposób zaliczenia:

część teoretyczna - kolokwium i ocena wystawiona przez wykładowcę (lub średnia ocena jeśli wykładowców jest kilku, wystawiana przez kierownika kursu);

staż – nieprzewidziany.

Moduł III: Wybrane zagadnienia fizyki promieniowania

Tematyka modułu realizowana jest przez 1 obligatoryjny kurs. Treść wykładów jest przypomnieniem lub uzupełnieniem kursu akademickiego.

A. Kurs: „Wybrane zagadnienia fizyki promieniowania”

Treści nauczania:

Wykłady:

1. Struktura materii;
2. Cząstki elementarne;
3. Atomy i cząsteczki;
4. Widmo promieniowania;
5. Jądro atomowe (izotopy, izobary, izotony, izomery);
6. Rozpad promieniotwórczy (rodziny promieniotwórcze);
7. Reakcje jądrowe;
8. Naturalne i sztuczne źródła promieniowania w środowisku;

9. Procesy towarzyszące przechodzeniu promieniowania przez ośrodek materialny, w szczególności zjawiska fizyczne oraz zjawiska transportu energii, przekazywania energii do ośrodka oraz rozpraszania energii w przypadku promieniowania fotonowego i cząsteczkowego;
10. Podstawy fizyki i techniki aparatury wytwarzającej promieniowanie jonizujące.

Zakres wymaganej wiedzy teoretycznej i umiejętności praktycznych

W wyniku realizacji programu modułu fizyk medyczny powinien:

- posiadać duży zasób wiadomości z zakresu fizyki promieniowania jonizującego;
- umieć wykonywać obliczenia osłabienia promieniowania w różnych materiałach;
- umieć wykonywać obliczenia związane z rozpadem promieniotwórczym;
- posiadać przygotowanie do pełnienia roli eksperta w zakresie zagadnień związanych z oddziaływaniem promieniowania jonizującego z materią w zakresie nauk medycznych;
- posiadać przygotowanie do poprowadzenia szkolenia dla lekarzy i personelu technicznego z zakresu fizyki promieniowania.

B. Staż:

Nie jest przewidziany dla tego modułu.

C. Wskazówki metodyczne dotyczące realizacji programu modułu

Czas realizacji: 25 godzin.

Formy zajęć: wykłady.

Sposób zaliczenia:

część teoretyczna - kolokwium i ocena wystawiona przez wykładowcę (lub średnia ocena jeśli wykładowców jest kilku, wystawiana przez kierownika kursu);

staż – nieprzewidziany.

Moduł IV: Metody detekcji i dozymetrii promieniowania

Tematyka modułu realizowana jest przez 1 obligatoryjny kurs.

A. Kurs: „Metody detekcji i dozymetrii promieniowania”

Treści nauczania

Wykłady połączone z pokazami:

1. Przegląd metod miernictwa promieniowania jonizującego (w tym detektorów, urządzeń rejestrujących i dziedzin zastosowania):
 - 1.1. metody wykorzystujące jonizację gazu:
 - a. komora jonizacyjna,
 - b. licznik proporcjonalny,
 - c. licznik Geigera-Müllera,
 - 1.2. metody scyntylicyjne;
 - 1.3. metody chemiczne;
 - 1.4. metody fotograficzne;
 - 1.5. metody termoluminescencyjne i fotoluminescencyjne;
 - 1.6. metody półprzewodnikowe;
 - 1.7. metody kalorymetryczne;

2. Wielkości i jednostki:
 - 2.1. wielkości charakteryzujące źródło promieniotwórcze (aktywność, stała zaniku);
 - 2.2. wielkości określające pole promieniowania (fluencja, strumień);
 - 2.3. wielkości charakteryzujące wzajemne oddziaływanie promieniowania z materią (przekrój czynny, dawka pochłonięta, kerma, dawka ekspozycyjna);
3. Wzorcowanie i kontrola przyrządów pomiarowych:
 - 3.1. podstawy teoretyczne;
 - 3.2. organizacja wzorcowania na świecie, zasady spójności pomiarowej;
 - 3.3. raporty dozymetryczne;
 - 3.4. metody wzorcowania stosowane w laboratoriach pierwotnego wzorca dozymetrycznego;
 - 3.5. Metody wzorcowania stosowane w polskim laboratorium wtórnego wzorca dozymetrycznego w zakresie terapeutycznym i diagnostycznym – wykład połączony z pokazem praktycznym;
 - 3.6. Zasady przygotowania protokołu wzorcowania dla użytkownika (niezbędne dane ich omówienie);
 - 3.7. Metody wzorcowania przyrządów stosowanych w ochronie radiologicznej (w instytucji, która posiada akredytację w tym zakresie);
4. Zasady określania dawki wzorowanym dawkomierzem w warunkach klinicznych w terapii i diagnostyce – wykład połączony z pokazem praktycznym;
5. Zasady określania aktywności w medycynie nuklearnej – wykład połączony z pokazem praktycznym;

Zakres wymaganej wiedzy teoretycznej i umiejętności praktycznych:

W wyniku realizacji programu modułu fizyk medyczny powinien:

- znać metody detekcji promieniowania, możliwości ich stosowania w radiodiagnostyce, radioterapii, ochronie radiologicznej; zalety, wady, ograniczenia;
- posiadać umiejętność posługiwania się przyrządami dozymetrycznymi i ich sprawdzania;
- znać stosowane raporty dozymetryczne;
- posiadać umiejętność określania aktywności, kermy w powietrzu, dawki w ośrodku na podstawie wskazań wzorowanych przyrządów;
- posiadać przygotowanie do poprowadzenia szkolenia dla lekarzy i personelu technicznego w powyższym zakresie treści nauczania.

B. Staż:

Nie jest przewidziany dla tego modułu.

C. Wskazówki metodyczne dotyczące realizacji programu modułu

Czas realizacji: 35 godzin.

Formy zajęć: wykłady, pokazy.

Sposób zaliczenia:

część teoretyczna - kolokwia przeprowadzone przez prowadzących zajęcia; średnia ocena z poszczególnych zaliczeń, wystawiana przez kierownika kursu;

staż – nieprzewidziany.

Moduł V: Ochrona radiologiczna

Tematyka modułu realizowana jest przez 1 obligatoryjny kurs.

A. Kurs: „Ochrona radiologiczna”

Treści nauczania

Wykłady połączone z pokazami:

1. Napromienienie organizmu:
 - 1.1. rodzaje uszkodzeń;
 - 1.2. skutki;
 - 1.3. napromienienie z zewnątrz i od wewnątrz;
 - 1.4. działania ograniczające skutki napromienienia;
2. Wielkości dozymetryczne stosowane w ochronie radiologicznej i ich jednostki;
3. Przyrządy dozymetryczne stosowane w ochronie radiologicznej;
4. Zasady bezpiecznej pracy ze źródłami promieniowania jonizującego;
5. Kontrola personelu i środowiska;
6. Specyficzne problemy ochrony radiologicznej w radioterapii (tele- i brachy), radiodiagnostyce i medycynie nuklearnej;
7. Sytuacje awaryjne i wypadki radiacyjne;
8. Przepisy prawne.

Zakres wymaganej wiedzy teoretycznej i umiejętności praktycznych:

W wyniku realizacji programu modułu fizyk medyczny powinien:

- posiadać podstawowy zasób wiadomości z zakresu ochrony radiologicznej;
- znać zagrożenia płynące ze stosowania promieniowania jonizującego w medycynie;
- znać najpoważniejsze wypadki radiacyjne;
- posiadać praktyczne umiejętności w dozymetrii stosowanej w ochronie radiologicznej;
- posiadać przygotowanie do pełnienia roli eksperta w zakresie zagadnień związanych z ochroną przed szkodliwymi czynnikami w medycynie, w szczególności przed niepożądanym działaniem promieniowania jonizującego;
- posiadać przygotowanie do poprowadzenia szkolenia dla osób niezwiązanych z fizyką promieniowania na temat ochrony radiologicznej.

B. Staż:

Nie jest przewidziany dla tego modułu.

C. Wskazówki metodyczne dotyczące realizacji programu modułu

Czas realizacji: 20 godzin.

Formy zajęć: wykłady, pokazy.

Sposób zaliczenia:

część teoretyczna - kolokwium przeprowadzone i ocena wystawiona przez wykładowcę (lub średnia ocena jeśli wykładowców jest kilku, wystawiana przez kierownika kursu);

staż – nieprzewidziany.

Moduł VI: Teleradioterapia

Tematyka modułu realizowana jest przez 4 obligatoryjne kursy i 8. tygodniowy staż kierunkowy przynajmniej w 2. placówkach, przy czym jedna z nich musi być placówką wyspecjalizowaną w zakresie teleradioterapii.

A.1. Kurs: „Teleradioterapia: modelowanie wiązek terapeutycznych”

Treści nauczania:

Wykłady:

1. Wytwarzanie wiązek terapeutycznych fotonów i elektronów;
2. Charakterystyka wiązek terapeutycznych: dawka głęboka (głębokościowa), profil wiązki, izodozy, moc dawki;
3. Charakterystyka wiązek fotonów;
4. Charakterystyka wiązek elektronów;
5. Współczynniki rozpraszania:
 - 5.1. tkanka-powietrze (TAR);
 - 5.2. tkanka-fantom (TPR);
6. Modyfikatory wiązki;
7. Modele wiązek fotonowych;
8. Modele wiązek elektronowych;

Ćwiczenia praktyczne:

9. Obliczenie liczby jednostek monitorowych w prostych sytuacjach geometrycznych;
10. Wyznaczenie udziału dawki od promieniowania rozproszonego w dawce całkowitej;
11. Obliczenia zmiany wartości dawki głębokościowej w funkcji SSD dla wiązek fotonów;
12. Obliczenia liczby jednostek monitorowych z wykorzystaniem współczynników rozproszenia dla pól otwartych, dla wiązek fotonów;
13. Obliczenia poprawek na niejednorodność dla wiązek fotonów;
14. Obliczenia liczby jednostek monitorowych w sytuacji ogólnej dla wiązek fotonów;
15. Weryfikacja obliczeń wykonanych z użyciem systemu planowania leczenia;
16. Weryfikacja nabytych umiejętności – wykonanie obliczeń w sytuacji ogólnej dla wiązek fotonów.

Zakres wymaganej wiedzy teoretycznej i umiejętności praktycznych:

W wyniku realizacji programu kursu A.1. fizyk medyczny powinien:

- posiadać wiadomości z zakresu modelowania terapeutycznych wiązek fotonów i elektronów;
- posiadać wiadomości z zakresu modeli opisujących efekt terapeutyczny;
- posiadać praktyczne umiejętności obliczania czasów napromieniania i liczby jednostek monitorowych dla wiązek fotonów i elektronów;
- posiadać praktyczne umiejętności weryfikacji obliczeń z użyciem systemu planowania leczenia;

A.2. Kurs: „Teleradioterapia: planowanie leczenia”

Treści nauczania:

Wykłady:

1. Matematyczne podstawy planowania leczenia, prawdopodobieństwo miejscowego wyleczenia (TCP), prawdopodobieństwo uszkodzenia (NTCP); jednorodna dawka równoważna (EUD);
2. Modelowanie reakcji guza i tkanki prawidłowej na promieniowanie;
3. Zasady przygotowania danych do planowania leczenia;
4. Międzynarodowe zalecenia dotyczące określania objętości tarczowych i narządów promieniowrażliwych oraz dawki terapeutycznej;
5. Dawki tolerancji dla narządów promieniowrażliwych;
6. Metody i narzędzia oceny planu leczenia;
7. Metody optymalizacji rozkładu dawki;
8. Łączenie wiązek;
9. Metody weryfikacji przygotowania i realizacji planu leczenia – zagadnienia geometryczne;
10. Metody weryfikacji przygotowania i realizacji planu leczenia – zagadnienia dozymetryczne;

Ćwiczenia praktyczne:

11. Planowanie leczenia bez stosowania systemu planowania leczenia;
12. Planowanie leczenia z zastosowaniem systemu planowania leczenia:
 - 12.1. nowotwór mózgu;
 - 12.2. nowotwór rejonu głowy i szyi;
 - 12.3. nowotwór piersi pacjentki po mastektomii;
 - 12.4. nowotwór piersi po oszczędzającej operacji;
 - 12.5. nowotwór płuca;
 - 12.6. nowotwór gruczołu krokowego;
 - 12.7. napromienianie całego ciała;
 - 12.8. napromienianie skóry;
13. Weryfikacja nabytych umiejętności – samodzielne wykonanie planu leczenia.

Zakres wymaganej wiedzy teoretycznej i umiejętności praktycznych:

W wyniku realizacji programu kursu A.2. fizyk medyczny powinien:

- posiadać wiadomości z zakresu modeli opisujących efekt terapeutyczny;
- posiadać wiadomości z zakresu zasad przygotowania danych do planowania leczenia;
- posiadać wiadomości o międzynarodowych zaleceniach dotyczących planowania leczenia;
- posiadać wiadomości z zakresu planowania leczenia poszczególnych narządów;
- znać powszechnie stosowane techniki napromieniania wiązkami zewnętrznymi;
- posiadać praktyczne umiejętności planowania leczenia i oceny planu leczenia;

A.3. Kurs: „Teleradioterapia: planowanie i realizacja technik specjalnych”

Treści nauczania

Wykłady:

1. Konturowanie i fuzje obrazów TK/MR/PET – pułapki dla planujących;
2. Technika planowania radioterapii o modulowanej intensywności (w skrócie wiązką modulowaną, ang. IMRT)
3. Planowanie adaptatywnej radioterapii wiązką modulowaną (ang. IMAT);
4. Bramkowanie;

5. Planowanie rozkładu dawki w radiochirurgii: konformalnej (ang. CRT), wiązką modulowaną (IMRT), łukową (ang. Arc);
6. Weryfikacja planu leczenia w technikach dynamicznych;
7. Zapewnienie jakości w radioterapii sterowanej obrazowaniem (ang. IGRT);

Ćwiczenia praktyczne:

8. Praktyczne aspekty planowania napromieniania z bramkowaniem oddechowym;
9. Weryfikacja systemu obrazowania aparatu terapeutycznego;
10. Weryfikacja planowania leczenia w technikach (IMRT/IMATP);
11. Zapewnienie jakości w radiochirurgii;

Zakres wymaganej wiedzy teoretycznej i umiejętności praktycznych

W wyniku realizacji programu kursu A.3. fizyk medyczny powinien:

- znać zasady działania konturowania i fuzji obrazów;
- rozumieć zasady „modulacji wiązki”;
- posiadać przygotowanie do planowania i realizacji technik specjalnych w radioterapii;

A.4. Kurs: „Teleradioterapia: dozymetria i kontrola jakości”

Treści nauczania:

Wykłady:

1. Zapewnienie jakości i nadzór nad jakością (ang. QA, QC);
2. Źródła błędów i niepewności w przygotowaniu i realizacji teleradioterapii;
3. Metody porównywania rozkładów dawki;
4. Kontrola jakości urządzeń wytwarzających wiązki promieniowania terapeutycznego;
5. Kontrola jakości konwencjonalnych symulatorów terapeutycznych i symulatorów tomograficznych;
6. Kontrola systemów planowania leczenia;
7. Metody weryfikacji przygotowania i realizacji planu leczenia: kontrola karty napromieniania, dozymetria in-vivo, kontrola ułożenia pacjenta.

Ćwiczenia praktyczne:

8. Wybrane pomiary z zakresu dozymetrii i kontroli jakości

Zakres wymaganej wiedzy teoretycznej i umiejętności praktycznych

W wyniku realizacji programu kursu A.4. fizyk medyczny powinien:

- znać obowiązki fizyka medycznego w zakresie dozymetrii i zapewnienia jakości w teleradioterapii;
- umieć ocenić niepewność realizowanego planu leczenia;
- być przygotowanym do prowadzenia, obowiązujących fizyka medycznego pomiarów dozymetrycznych i kontroli jakości fizycznych parametrów urządzeń stosowanych w teleradioterapii.

B. Staż:

Nazwa stażu: Teleradioterapia.

Specjalizujący się odbywa staż w pełnym dziennym wymiarze godzin pracy. W czasie stażu uczestniczy w podstawowych czynnościach wykonywanych przez fizyków jako członek zespołu. Podczas stażu specjalizujący się przyswaja wiedzę z zakresu fizycznych problemów teleradioterapii oraz nabywa umiejętności w zakresie kursów: A1, A2, A3, A4.

Warunkiem zaliczenia stażu jest czynne uczestniczenie w zajęciach w przewidzianym czasie 8 tygodni.

Zakres wymaganych umiejętności praktycznych:

Po odbyciu stażu fizyk medyczny powinien:

- posiadać umiejętność przeprowadzania kontroli jakości fizycznych parametrów aparatury używanej do przygotowania i realizacji leczenia, w miarę potrzeby we współdziałaniu z serwisem i operatorami aparatury;
- posiadać umiejętność określania dawki podawanej pacjentowi;
- posiadać umiejętność przygotowania planów leczenia dla pacjentów chorych na najczęściej występujące nowotwory
- posiadać umiejętność oceny planu leczenia
- posiadać umiejętność przygotowania planów leczenia techniką IMRT dla pacjentów chorych na nowotwory głowy i szyi
- posiadać umiejętność stosowania modelu liniowo-kwadratowego w prostych sytuacjach odnoszących się do terapii wiązkami zewnętrznymi
- posiadać przygotowanie do prowadzenia szkolenia dla fizyków i elektroradiologów w zakresie fizycznych podstaw teleradioterapii.
- znać zagrożenia występujące w teleradioterapii i umieć im przeciwdziałać.

C. Wskazówki metodyczne dotyczące realizacji programu modułu

Czas realizacji: $4 \times 25 = 100$ godzin zajęć na kursach i 8 tygodni stażu.

Formy zajęć: wykłady, pokazy, ćwiczenia praktyczne. Staż z teleradioterapii należy odbywać przynajmniej w dwóch placówkach. Jedną z nich może być macierzysta jednostka osoby, która się specjalizuje. Staż z teleradioterapii wynosi 8 tygodni. Część stażu należy odbyć w jednostce wyspecjalizowanej, która może zapoznać z technikami zgodnymi z programem kursu A.3. Okres stażu w jednej jednostce nie może być krótszy niż 2 tygodnie.

Sposób zaliczenia:

część teoretyczna - kolokwium przeprowadzone i ocena wystawiona przez wykładowcę (lub średnia ocena, jeżeli wykładowców jest kilku, wystawiana przez kierownika kursu);

staż - zaliczany przez kierowników staży – (staż ma miejsce w więcej niż jednej jednostce). Sposób zaliczenia staży powinien mieć charakter praktyczny i dotyczyć zarówno zagadnień dozymetrycznych jak i zagadnień z zakresu modelowania wiązki i planowania leczenia. Należy sprawdzić umiejętność radzenia sobie z zagadnieniami o wyższym stopniu trudności niż przeciętny. Z zaliczenia każdego stażu należy wystawić ocenę i sporządzić protokół do przekazania kierownikowi specjalizacji.

Moduł VII: Brachyterapia

Tematyka modułu realizowana jest poprzez 2 obligatoryjne kursy i 6. tygodniowy staż kierunkowy przynajmniej w 2. placówkach, przy czym jedna z nich musi być placówką wyspecjalizowaną w zakresie brachyterapii.

A.1. Kurs: „Brachyterapia: planowanie i realizacja leczenia”

Treści nauczania:

Wykłady:

1. Etapy rozwoju brachyterapii;

2. Specyfika metody, etapy planowania i realizacji leczenia;
 3. Charakterystyka źródeł z uwzględnieniem współczesnych rozwiązań technologicznych;
 4. Podział brachyterapii ze względu na moc dawki i lokalizację aplikatorów;
 5. Podstawowe techniki i metody stosowane w poszczególnych lokalizacjach objętości napromienianej;
 6. Aparatura i wyposażenie techniczne niezbędne do planowania i realizacji leczenia w wybranych lokalizacjach;
 7. Zagadnienia radiobiologiczne specyficzne dla brachyterapii
 8. Brachyterapia nowotworów płuc, przełyku i skóry (specyfikacja dawek w poszczególnych lokalizacjach, obrazowanie, metody optymalizacji rozkładów dawek);
 9. Klasyczne systemy brachyterapii: paryski i manchesterski (metody specyfikacji dawek, parametry oceny rozkładów dawek);
 10. Standardowe metody planowania brachyterapii ginekologicznej na podstawie dwuwymiarowych obrazów radiologicznych, metody rekonstrukcji geometrii aplikacji;
 11. Zaawansowane metody planowania brachyterapii ginekologicznej na podstawie nowoczesnych technik obrazowania (TK, MR, obrazy hybrydowe), analiza rozkładów dawki;
 12. Brachyterapia śródtkankowa nowotworów piersi, głowy i szyi, obrazowanie RTG/USG w warunkach implantacji aplikatorów na sali zabiegowej, planowanie i optymalizacja rozkładów dawek;
 13. Brachyterapia nowotworów prostaty: HDR, ULDR (planowanie leczenia w czasie rzeczywistym);
 14. Brachyterapia wewnątrznaczyniowa;
 15. Brachyterapia okulistyczna;
 16. Zaawansowane parametry oceny rozkładu dawek i metody optymalizacji planów leczenia dla poszczególnych lokalizacji z uwzględnieniem narządów krytycznych (zaawansowane algorytmy, metody wielo obiektowe i genetyczne, pułapki optymalizacji);
 17. Dozymetria in vivo;
- Ćwiczenia praktyczne:
18. Planowanie leczenia nowotworów płuc, przełyku i skóry;
 19. Planowanie leczenia ginekologicznego;
 20. Planowanie leczenia prostaty (HDR, czas rzeczywisty);
 21. Planowanie leczenia prostaty (ULDR, czas rzeczywisty);
 22. Zaawansowane metody optymalizacji z wykorzystaniem systemów planowania leczenia;

Zakres wymaganej wiedzy teoretycznej i umiejętności praktycznych:

W wyniku realizacji programu kursu A.1. fizyk medyczny powinien:

- posiadać wiadomości z zakresu źródeł stosowanych w brachyterapii;
- posiadać wiadomości z zakresu działania aparatury i wyposażenia niezbędnego do stosowania w brachyterapii;
- posiadać wiadomości z zakresu wykorzystania technik obrazowania stosowanych w procesie planowania brachyterapii;
- posiadać wiadomości z zakresu stosowania podstawowych i zaawansowanych technik brachyterapii obejmujących: przygotowanie pacjenta do leczenia, planowanie i realizację leczenia w stosowanych przypadkach klinicznych;

A.2. Kurs: „Brachyterapia: dozymetria i kontrola jakości”

Treści nauczania:

Wykłady:

1. Źródła błędów i niepewności w przygotowaniu i realizacji leczenia;
2. Pomiary aktywności i mocy dawki źródeł promieniotwórczych;
3. Kontrola jakości urządzeń terapeutycznych;
4. Kontrola jakości urządzeń obrazujących w brachyterapii;
5. Kontrola systemów planowania leczenia;
6. Metody weryfikacji przygotowania i realizacji planu leczenia;
7. Specyficzne zagadnienia ochrony radiologicznej w brachyterapii.

Ćwiczenia praktyczne:

8. Pomiary aktywności i mocy dawki źródeł promieniotwórczych;
9. Pomiary parametrów dotyczących kontroli jakości w brachyterapii
10. Pomiary parametrów dotyczących narażenia radiologicznego w brachyterapii

Zakres wymaganej wiedzy teoretycznej i umiejętności praktycznych

W wyniku realizacji programu kursu A.2. fizyk medyczny powinien:

- znać obowiązki fizyka medycznego w zakresie zapewnienia jakości w brachyterapii;
- umieć ocenić niepewność realizowanego planu leczenia;
- być przygotowanym do prowadzenia, obowiązujących fizyka medycznego pomiarów dozymetrycznych i kontroli jakości fizycznych parametrów urządzeń stosowanych w brachyterapii;

B. Staż:

Nazwa stażu: Brachyterapia.

Specjalizujący się odbywa staż w pełnym dziennym wymiarze godzin pracy. W czasie stażu uczestniczy w podstawowych czynnościach wykonywanych przez fizyków jako członek zespołu. Podczas stażu specjalizujący się przyswaja wiedzę z zakresu fizycznych problemów brachyterapii oraz nabywa umiejętności w zakresie kursów: A1, A2.

Warunkiem zaliczenia stażu jest czynne uczestniczenie w zajęciach w przewidzianym czasie 6 tygodni.

Zakres wymaganych umiejętności praktycznych:

Po odbyciu stażu fizyk medyczny powinien:

- posiadać umiejętność przeprowadzania kontroli jakości fizycznych parametrów aparatury używanej do przygotowania i realizacji leczenia, w miarę potrzeby we współdziałaniu z serwisem i operatorami aparatury;
- posiadać umiejętność określania aktywności stosowanych źródeł promieniotwórczych;
- posiadać umiejętność przygotowania planów leczenia dla pacjentów chorych na najczęściej występujące nowotwory
- posiadać umiejętność oceny i weryfikacji planu leczenia;
- posiadać umiejętność stosowania modelu liniowo-kwadratowego w brachyterapii;
- posiadać przygotowanie do poprowadzenia szkolenia w powyższym zakresie treści nauczania dla fizyków.
- znać zagrożenia występujące w brachyterapii i umieć im przeciwdziałać;

C. Wskazówki metodyczne dotyczące realizacji programu modułu

Czas realizacji: 30 + 20 = 50 godzin zajęć na kursach i 6 tygodni stażu.

Formy zajęć: wykłady, pokazy, ćwiczenia praktyczne. Staż jednoimienny z tytułem modułu należy odbywać przynajmniej w dwóch jednostkach. Jedną z nich może być macierzysta jednostka osoby, która się specjalizuje. Staż z brachyterapii wynosi 6 tygodni. Część stażu należy odbyć w jednostce wyspecjalizowanej. Okres stażu w jednej jednostce nie może być krótszy niż 2 tygodnie.

Sposób zaliczenia:

część teoretyczna - kolokwium przeprowadzone i ocena wystawiona przez wykładowcę (lub średnia ocena, jeżeli wykładowców jest kilku, wystawiana przez kierownika kursu);

staż - zaliczany przez kierowników staży – (staż ma miejsce w więcej niż jednej jednostce). Sposób zaliczenia staży powinien mieć charakter praktyczny i dotyczyć zarówno zagadnień dozymetrycznych jak i zagadnień planowania leczenia. Należy sprawdzić umiejętność radzenia sobie z zagadnieniami o wyższym stopniu trudności niż przeciętny. Z zaliczenia każdego stażu należy wystawić ocenę i sporządzić protokół do przekazania kierownikowi specjalizacji.

Moduł VIII: Terapia promieniowaniem niejonizującym

Tematyka modułu realizowana jest poprzez 1 obowiązkowy kurs.

A.1. Kurs: „Terapia promieniowaniem niejonizującym”

Treści nauczania:

Wykłady połączone z pokazami:

1. Podstawowe zjawiska fizyczne dotyczące promieniowania niejonizującego (powstawanie, widmo promieniowania, oddziaływanie z materią);
2. Zastosowanie terapeutyczne różnych rodzajów promieniowania w leczeniu:
 - 2.1. lasery;
 - 2.2. hiper- i hipotermia;
 - 2.3. promieniowanie ultrafioletowe;
 - 2.4. promieniowanie podczerwone;
 - 2.5. ultradźwięki;
 - 2.6. pola elektromagnetyczne.
3. Stosowana aparatura i metody jej kontroli:
 - 3.1. wytwarzająca promieniowanie;
 - 3.2. pomiarowa.
4. Biologiczne działanie poszczególnych rodzajów promieniowania;
5. Regulacje prawne dotyczące wykorzystania promieniowania niejonizującego w leczeniu;

Zakres wymaganej wiedzy teoretycznej i umiejętności praktycznych

W wyniku realizacji programu modułu fizyk medyczny powinien:

- znać charakterystykę fizyczną i działanie biologiczne promieniowania innego niż promieniowanie jonizujące;
- znać aplikacje medyczne tego promieniowania;
- znać zasady działania i metody kontroli aparatury;

- znać zagrożenia występujące podczas działania poszczególnych rodzajów promieniowania i sposoby przeciwdziałania;
- znać regulacje prawne dotyczące stosowania tego promieniowania.

B. Staż

Nie przewiduje się dla tego modułu.

C. Wskazówki metodyczne dotyczące realizacji programu modułu

Czas realizacji: 25 godzin.

Formy zajęć: wykłady, pokazy.

Sposób zaliczenia:

część teoretyczna - kolokwium i ocena wystawiona przez wykładowcę (lub średnia ocena, jeżeli wykładowców jest kilku, wystawiana przez kierownika kursu);

staż – nieprzewidziany.

Moduł IX: Diagnostyka obrazowa

Tematyka modułu realizowana jest przez 1 obligatoryjny kurs i 4. tygodniowy staż kierunkowy przynajmniej w 2. placówkach, przy czym jedna z nich musi stosować diagnostykę MR i diagnostykę TK wielorzędową.

A.1. Kurs: „Diagnostyka obrazowa”

Treści nauczania:

Wykłady połączone z pokazami:

1. Rys historyczny (rozwój technologiczny);
2. Klasyfikacja metod obrazowania:
 - 2.1. planarne i tomograficzne;
 - 2.2. transmisyjne i emisyjne;
 - 2.3. statyczne i dynamiczne;
 - 2.4. jonizujące i niejonizujące;
 - 2.5. analogowe i cyfrowe;
3. Parametry obrazu diagnostycznego:
 - 3.1. rozdzielczość;
 - 3.2. kontrast;
 - 3.3. funkcja przenoszenia modulacji;
 - 3.4. liczba informacji i szum;
 - 3.5. artefakty;
4. Diagnostyka rentgenowska planarna:
 - 4.1. ogólne zasady działania aparatury;
 - a. zjawiska fizyczne będące podstawą powstawania i rejestrowania obrazu (widmo i absorpcja promieniowania),
 - b. budowa aparatury,
 - 4.2. specyficzne właściwości aparatury i obrazu diagnostyki rentgenowskiej:
 - a. ogólnej
 - b. angiografii,
 - c. radiologii zabiegowej,

- d. stomatologicznej,
 - e. mammografii analogowej,
 - f. mammografii cyfrowej,
 - g. densytometrii,
 - h. symulacji terapeutycznej.
5. Diagnostyka rentgenowska tomograficzna (tradycyjna);
 6. Diagnostyka rentgenowska metodą tomografii komputerowej:
 - 6.1. ogólne zasady działania aparatury:
 - a. zjawiska fizyczne i programy matematyczne będące podstawą powstawania i rejestrowania obrazu,
 - b. budowa aparatury,
 - c. parametry obrazu,
 - 6.2. zastosowania kliniczne;
 7. Diagnostyka scyntygraficzna (wobec istnienia niezależnego modułu „medycyna nuklearna” zagadnienia należy przedstawić w skrócie, kładąc nacisk na różnice w porównaniu z innymi metodami):
 - 7.1. ogólne zasady działania aparatury:
 - a. zjawiska fizyczne i programy matematyczne będące podstawą powstawania obrazu i rejestrowania obrazu (scyntygrafia statyczna i dynamiczna, PET),
 - b. budowa aparatury (kamery SPECT, PET),
 - c. parametry obrazu,
 - 7.2. zastosowania kliniczne;
 8. Diagnostyka ultrasonograficzna:
 - 8.1. ogólne zasady działania aparatury:
 - a. zjawiska fizyczne będące podstawą powstawania i rejestrowania obrazu,
 - b. budowa aparatury,
 - c. parametry obrazu,
 - 8.2. zastosowania kliniczne;
 9. Diagnostyka termograficzna:
 - 9.1. ogólne zasady działania aparatury:
 - a. zjawiska fizyczne będące podstawą powstawania i rejestrowania obrazu,
 - b. budowa aparatury,
 - c. parametry obrazu.
 - 9.2. zastosowania kliniczne.
 10. Diagnostyka rezonansu magnetycznego:
 - 10.1. ogólne zasady działania aparatury:
 - a. zjawiska fizyczne będące podstawą powstawania i rejestrowania obrazu,
 - b. budowa aparatury,
 - c. parametry obrazu,
 - d. spektrometria MR.
 - 10.2. zastosowania kliniczne:
 11. Przetwarzanie obrazów;
 12. Zasady fuzji obrazów;
 13. Metody oceny jakości obrazu;
 14. Zasady przeprowadzania kontroli jakości w poszczególnych technikach diagnostycznego obrazowania.
- Ćwiczenia praktyczne:
15. Ćwiczenia związane rejestracją, przetwarzaniem i oceną obrazu;
 16. Ćwiczenia związane kontrolą jakości fizycznych parametrów aparatury.

Zakres wymaganej wiedzy teoretycznej i umiejętności praktycznych

W wyniku realizacji programu modułu fizyk medyczny powinien:

- opanować teoretyczne podstawy fizycznych zjawisk dotyczących poszczególnych technik obrazowania;
- opanować znajomość budowy aparatury;
- znać zasady przetwarzania obrazów;
- znać zasady fuzji obrazów;
- opanować zasady oceny obrazów;
- umieć ocenić narażenie personelu i pacjenta w poszczególnych technikach obrazowania;
- znać przepisy prawne dotyczące poszczególnych technik obrazowania.

B. Staż

Nazwa stażu: Diagnostyka obrazowa

Specjalizujący się odbywa staż w pełnym dziennym wymiarze godzin pracy. W czasie stażu uczestniczy w czynnościach wykonywanych przez fizyków jako członek zespołu. Podczas stażu specjalizujący się przyswaja wiedzę z zakresu fizycznych problemów poszczególnych technik obrazowania, nabywa umiejętności praktyczne dotyczące realizacji badania.

Warunkiem zaliczenia stażu jest czynne uczestniczenie w zajęciach w przewidzianym czasie 4 tygodni.

Zakres wymaganych umiejętności praktycznych

Po odbyciu stażu fizyk medyczny powinien:

- znać możliwości i ograniczenia poszczególnych technik obrazowania;
- opanować znajomość obsługi aparatury;
- znać sposób przeprowadzania badań pacjenta;
- umieć ocenić jakość obrazu;
- umieć przeprowadzić kontrolę jakości fizycznych parametrów urządzeń stosowanych w diagnostyce obrazowej;
- znać zagrożenia występujące w poszczególnych technikach obrazowania i umieć im przeciwdziałać;

C. Wskazówki metodyczne dotyczące realizacji programu modułu

Czas realizacji: 60 godzin.

Formy zajęć: wykłady, pokazy, ćwiczenia obliczeniowe, ćwiczenia praktyczne. Staż z diagnostyki obrazowej należy odbywać przynajmniej w dwóch placówkach. Jedną z nich może być macierzysta placówka osoby, która się specjalizuje. Część stażu należy odbyć w placówce, która może zapoznać z techniką rezonansu magnetycznego i część w placówce, która może zapoznać z techniką wielorządowej tomografii komputerowej. Staż z technik obrazowania wynosi 4 tygodnie. Okres stażu w jednej jednostce nie może być krótszy niż 1 tydzień.

Sposób zaliczenia:

część teoretyczna - kolokwium przeprowadzone i ocena wystawiona przez wykładowcę (lub średnia ocena, jeżeli wykładowców jest kilku, wystawiana przez kierownika kursu);

staż - zaliczany przez kierowników staży – (staż ma miejsce w więcej niż jednej jednostce). Sposób zaliczenia staży powinien mieć charakter praktyczny i dotyczyć zarówno zagadnień

teoretycznych jak i zagadnień praktycznych. Należy sprawdzić umiejętność radzenia sobie z testami dotyczącymi jakości aparatury, obowiązującymi fizyka medycznego. Z zaliczenia każdego stażu należy wystawić ocenę i sporządzić protokół do przekazania kierownikowi specjalizacji.

Moduł X: Medycyna nuklearna

Tematyka modułu realizowana jest poprzez 2 obligatoryjne kursy i 4. tygodniowy staż.

A.1. Kurs: „Medycyna nuklearna: diagnostyka radioizotopowa”

Treści nauczania:

Wykłady połączone z pokazami:

1. Wprowadzenie. Podstawy obrazowania radioizotopowego. Obrazowanie funkcjonalne. Różnice w stosunku do obrazowania strukturalnego (CT, MRI);
2. Techniki i metody obrazowania radioizotopowego: scyntygrafia planarna, tomografia emisyjna pojedynczych fotonów (SPECT), pozytonowa tomografia emisyjna (PET); radioizotopowe obrazowanie śródoperacyjne, radioizotopowe metody *in vitro* (testy radioimmunologiczne);
3. Radioizotopy wykorzystywane do obrazowania medycznego: podstawowe właściwości, metody otrzymywania;
4. Budowa i działanie gamma kamery;
5. Budowa i działanie skanera PET;
6. Metody rekonstrukcji tomograficznej obrazów:
 - 6.1. Analityczne;
 - 6.2. Iteracyjne;
7. Jakość obrazów w medycynie nuklearnej, artefakty, metody korekcji efektów pochłaniania i rozpraszania fotonów oraz ograniczonej dokładności kolimacji;
8. Elementy ilościowej analizy obrazów w medycynie nuklearnej;
9. Fuzja obrazów funkcjonalnych i strukturalnych: PET/CT, SPECT/CT
10. Omówienie najważniejszych badań diagnostycznych w scyntyigrafii planarnej i tomografii emisyjnej pojedynczych fotonów (SPECT);
11. Przykłady najważniejszych badań diagnostycznych w pozytonowej tomografii emisyjnej (PET);
12. Procedury kontroli jakości gamma kamer i skanerów PET.
13. Budowa i zasada działania innych urządzeń stosowanych w medycynie nuklearnej (głównie kalibratory dawek i mierniki aktywności).

Zakres wymaganej wiedzy teoretycznej i umiejętności praktycznych:

W wyniku realizacji programu kursu A.1. fizyk medyczny powinien:

- znać fizyczne i biologiczne podstawy obrazowania za pomocą radioizotopów;
- znać budowę i zasady działania gamma kamer oraz skanerów PET;
- znać rodzaje i charakterystykę radioznaczników i radiofarmaceutyków stosowanych w diagnostyce klasycznej oraz w diagnostyce metodą PET;
- znać metody przetwarzania danych scyntygraficznych, prezentacji wyników oraz ich oceny;
- znać podstawowe metody rekonstrukcji obrazów tomograficznych w medycynie nuklearnej jak również korekcji efektów fizycznych;

- rozpoznać typowe obrazy otrzymywane w najczęściej stosowanych badaniach radioizotopowych;
- orientować się w metodach analizy obrazów w najczęściej stosowanych badaniach radioizotopowych;
- znać aktualne zalecenia dotyczące kontroli jakości w diagnostyce izotopowej obowiązujące fizyka

A.2. Kurs: „Medycyna nuklearna: terapia radioizotopowa”

Treści nauczania

Wykłady:

1. Idea i rys historyczny terapii izotopowej;
2. Terapie aktualnie stosowane:
 - 2.1. leczenie radiojodem;
 - 2.2. peptydowa receptorowa terapia radioizotopowa PRRT;
 - 2.3. radioimmunoterapia (RIT);
 - 2.4. synowiektoomie radioizotopowe;
 - 2.5. leczenie przeciwbólowe;
 - 2.6. celowana indywidualna terapia radioizotopowa;
3. Realizacja terapii:
 - 3.1. współczesne metody planowania terapii;
 - 3.2. stosowane radioizotopy;
 - 3.3. mechanizmy działania radiofarmaceutyków (biodystrybucja);
 - 3.4. techniki aplikacji radiofarmaceutyków;
 - 3.5. perspektywy terapii radioizotopowej;
4. Pomiary radioaktywności;
5. Metody oceny dawek przy napromienieniu wewnętrznym:
 - 5.1. modele anatomiczne;
 - 5.2. modele dozymetryczne;
 - 5.3. metody klasyczne i komputerowe do estymacji dawki (np. OLINDA, Monte Carlo DOSXYZnrc, MIRD voxel S values);
6. Kontrola jakości w terapii izotopowej;

Ćwiczenia praktyczne:

7. Obliczanie aktywności radiofarmaceutyku na dany dzień i godzinę na podstawie atestu;
8. Szacowanie dawek pochłoniętych przez całe ciało oraz poszczególne organy podczas terapii radioizotopowej, w tym przy pomocy specjalistycznych programów komputerowych;
9. Planowanie indywidualnej aktywności terapeutycznej dla pacjenta na podstawie ilościowej analizy komputerowej jego diagnostycznych obrazów scyntygraficznych;
10. Wybrane pomiary z zakresu kontroli jakości.

Zakres wymaganej wiedzy teoretycznej i umiejętności praktycznych

W wyniku realizacji programu kursu A.2. fizyk medyczny powinien:

- opanować teoretyczne podstawy fizycznych metod terapii izotopowej;
- znać rodzaje radioznaczników (ich aktywności) i radiofarmaceutyków stosowanych w terapii izotopowej;
- umieć oszacować dawki otrzymywane przez całe ciało oraz poszczególne organy – znajomość współczesnych metod dozymetrii klinicznej (programy MIRD, OLINDA);

- znać aktualne zalecenia dotyczące kontroli jakości w terapii izotopowej obowiązujące fizyka;

B. Staż

Nazwa stażu: Medycyna nuklearna

Specjalizujący się odbywa staż w pełnym dziennym wymiarze godzin pracy. W czasie stażu uczestniczy w czynnościach wykonywanych przez fizyków jako członek zespołu. Podczas stażu specjalizujący się przyswaja wiedzę z zakresu fizycznych problemów medycyny nuklearnej, nabywa umiejętności praktyczne dotyczące realizacji badania lub leczenia.

Warunkiem zaliczenia stażu jest czynne uczestniczenie w zajęciach w przewidzianym czasie 4 tygodni.

Zakres wymaganych umiejętności praktycznych

Po odbyciu stażu fizyk medyczny powinien:

- znać możliwości i ograniczenia technik scyntygraficznych;
- znać sposób przeprowadzania scyntygraficznych badań pacjenta;
- znać obsługę gamma-kamer i skanerów PET;
- posiadać umiejętność sprawnej kalkulacji aktywności radiofarmaceutyków podawanych pacjentowi;
- umieć oszacować dawki otrzymane przez całe ciało oraz poszczególne organy – znać współczesne metody dozymetrii klinicznej (np. programy MIRD, OLINDA);
- posiadać umiejętność przetwarzania obrazów scyntygraficznych i tworzenia fuzji obrazów SPECT-CT, PET-CT;
- umieć zidentyfikować istotne błędy w zmierzonych danych wymagające powtórzenia badania lub kontroli stanu technicznego aparatury;
- posiadać umiejętność przeprowadzania pomiarów dotyczących kontroli jakości w diagnostyce i w terapii izotopowej, obowiązujących fizyka;
- posiadać przygotowanie do poprowadzenia szkolenia dla fizyków w zakresie fizycznych podstaw medycyny nuklearnej.
- znać zagrożenia występujące w medycynie nuklearnej i umieć im przeciwdziałać;

C. Wskazówki metodyczne dotyczące realizacji programu modułu

Czas realizacji: 35 + 15 = 50 godzin zajęć na kursach i 4 tygodnie stażu

Formy zajęć: wykłady, pokazy, ćwiczenia obliczeniowe, ćwiczenia praktyczne.

Staż jednoimienny z tytułem modułu należy odbywać przynajmniej w dwóch jednostkach. Jedną z nich może być macierzysta jednostka osoby, która się specjalizuje. Część stażu należy odbyć w jednostce, która może zapoznać z terapią izotopową, a część w jednostce stosującej technikę PET. Staż z medycyny nuklearnej wynosi 4 tygodnie. Okres stażu w jednej jednostce nie może być krótszy niż 1 tydzień.

Sposób zaliczenia:

część teoretyczna - kolokwium przeprowadzone i ocena wystawiona przez wykładowcę (lub średnia ocena, jeżeli wykładowców jest kilku, wystawiana przez kierownika kursu);

staż - zaliczany przez kierowników staży – (staż ma miejsce w więcej niż jednej jednostce). Sposób zaliczenia staży powinien mieć charakter praktyczny i dotyczyć zarówno zagadnień diagnostycznych jak i zagadnień terapeutycznych. Z zaliczenia każdego stażu należy wystawić ocenę i sporządzić protokół do przekazania kierownikowi specjalizacji.

Moduł XI: Bioelektryczność i biomagnetyzm w diagnostyce

Tematyka modułu realizowana jest poprzez 1 obligatoryjny kurs.

A. Kurs: „Bioelektryczność i biomagnetyzm w diagnostyce”

Treści nauczania:

Wykłady połączone z pokazami:

1. Rys historyczny;
 2. Podstawowe zjawiska fizyczne prowadzące do powstawania czynności elektrycznej na poziomie komórki:
 - 2.1. równanie Nernsta, powstawanie potencjałów błonowych, równanie Goldmana;
 - 2.2. mechanizm powstawania i rozprzestrzeniania się potencjału czynnościowego, model Hodgkina-Huxleya, teoria kablowa;
 - 2.3. metody pomiaru czynności elektrycznej na poziomie komórkowym;
 3. Makroskopowy pomiar czynności elektrycznej organizmu ludzkiego, zasady pomiaru, ogólny schemat aparatury badawczej, bezpieczeństwo pomiarów bioelektrycznych;
 4. Elektryczna czynność mięśni:
 - 4.1. budowa mięśnia, mechanizm skurczu mięśnia;
 - 4.2. elektrokardiografia (EKG) – zapis elektrycznej czynności mięśnia sercowego:
 - a. budowa anatomiczna serca, cykl pracy serca, mechanizm pobudzenia i sterowania skurczem mięśnia sercowego,
 - b. budowa aparatury do pomiaru EKG, zakłócenia towarzyszące pomiarowi czynności elektrycznej serca,
 - c. potencjał czynnościowy serca (elektrokardiogram), charakterystyka sygnału,
 - d. przebieg pomiaru, odprowadzenia elektrokardiograficzne,
 - e. wektokardiografia i histografia, pomiar Holtera,
 - 4.3. elektromiografia (EMG) – elektryczna czynność mięśni szkieletowych:
 - a. budowa aparatury do pomiarów EMG. rozmieszczenie elektrod,
 - b. potencjały miograficzne (elektromiogram) - charakterystyka sygnału,
 5. Elektroencefalografia (EEG):
 - 5.1. problemy związane z rejestracją (artefakty);
 - 5.2. zastosowania kliniczne – epilepsja, badania snu, potencjały wywołane;
 - 5.3. problem odwrotny w EEG – różnica pomiędzy lokalizacją przestrzenną źródeł obserwowanej czynności a tomografią;
 6. Elektroretinogram (ERG);
 7. Elektrookulogram (EOG);
 8. Budowa aparatury do pomiarów biomagnetycznych, magnetometr kwantowy, zakłócenia towarzyszące pomiarowi;
 9. Magnetokardiografia – pola magnetyczne serca, pole magnetyczne wytwarzane przez serce, rozkład pola magnetycznego wokół klatki piersiowej, magnetokardiogram – charakterystyka sygnału i wykorzystanie diagnostyczne;
 10. Magnetoencefalografia (MEG) – pola magnetyczne mózgu, relacja MEG do EEG;
- Ćwiczenia praktyczne:
11. Metody rejestracji sygnałów;
 12. Metody analizy sygnałów.

Zakres wymaganej wiedzy teoretycznej i umiejętności praktycznych

W wyniku realizacji programu modułu fizyk medyczny powinien:

- posiadać podstawowe wiadomości na temat powstawania czynności elektrycznej i biomagnetycznej w komórce;
- znać źródła czynności elektrycznej i biomagnetycznej w organizmie człowieka oraz metody jej pomiarów;
- znać charakterystykę podstawowych sygnałów bioelektrycznych i biomagnetycznych oraz ich zastosowanie;
- umieć zarejestrować sygnały bioelektryczne i przeprowadzić podstawową analizę;
- znać zagrożenia towarzyszące pomiarowi czynności elektrycznej i biomagnetycznej.

B. Staż

Nie przewiduje się dla tego modułu.

C. Wskazówki metodyczne dotyczące realizacji programu modułu

Czas realizacji: 30 godzin.

Formy zajęć: wykłady, pokazy, ćwiczenia praktyczne.

Sposób zaliczenia:

część teoretyczna - kolokwium przeprowadzone i ocena wystawiona przez wykładowcę (lub średnia ocena, jeśli wykładowców jest kilku, wystawiana przez kierownika kursu);

staż – nieprzewidziany.

Moduł XII: Statystyka

Tematyka modułu realizowana jest przez 1 obowiązkowy kurs. Treść wykładów jest przypomnieniem i uzupełnieniem kursu akademickiego.

A. Kurs: „Statystyka”

Treści nauczania:

Wykłady połączone z ćwiczeniami praktycznymi:

1. Elementy rachunku prawdopodobieństwa;
2. Przygotowywanie i prezentacja danych;
3. Rachunek błędów;
4. Metoda najmniejszych kwadratów;
5. Testy istotności;
6. Analiza korelacji i regresji;
7. Funkcje dyskryminacyjne;
8. Metody statystyczne w medycynie, przygotowanie badań klinicznych
9. Elementy epidemiologii

Ćwiczenia praktyczne:

10. Zdania rachunkowe.

Zakres wymaganej wiedzy teoretycznej i umiejętności praktycznych

W wyniku realizacji treści kształcenia fizyk medyczny powinien:

- znać i umieć się posługiwać podstawową wiedzą z zakresu statystyki matematycznej;

- znać specyfikę stosowania statystyki w badaniach medycznych;
- umieć pomóc lekarzowi w przygotowaniu badań klinicznych i epidemiologicznych;
- umieć pomóc lekarzowi w opracowaniu wyników badań medycznych;
- posiadać przygotowanie do poprowadzenia szkolenia dla lekarzy ze statystyki.

B. Staż:

Nie jest przewidziany dla tego modułu.

C. Wskazówki metodyczne dotyczące realizacji programu modułu

Czas realizacji: 30 godzin.

Formy zajęć: wykłady połączone z ćwiczeniami rachunkowymi.

Sposób zaliczenia:

część teoretyczna - kolokwium i ocena wystawiona przez wykładowcę (lub średnia ocena, jeśli wykładowców jest kilku, wystawiana przez kierownika kursu)

staż – nieprzewidziany.

Moduł XIII: Wybrane zagadnienia informatyki medycznej

Tematyka modułu realizowana jest przez 1 obowiązkowy kurs.

A. Kurs: „Wybrane zagadnienia informatyki medycznej”

Treści nauczania:

Wykłady połączone z ćwiczeniami praktycznymi:

1. Standardy elektronicznej komunikacji (np. DICOM, DICOM-RT, Ethernet, FTP, HL7);
2. Systemy administracyjne – przechowywanie i udostępnianie danych medycznych (np. PAS, MIMS, PACS, IMS);
3. Bezpieczeństwo systemów informatycznych, ochrona danych osobowych;
4. Międzynarodowa klasyfikacja chorób (Standard ICD);
5. Systemy wspomaganie decyzji klinicznych;
6. Telemedycyna;
7. Przetwarzanie obrazów medycznych;
8. Fuzja obrazów anatomicznych i czynnościowych;
9. Przegląd aktualnie dostępnych, zweryfikowanych klinicznie, pakietów jakościowej, ilościowej i ilościowej oceny obrazów diagnostycznych.

Zakres wymaganej wiedzy teoretycznej i umiejętności praktycznych

W wyniku realizacji treści kształcenia fizyk medyczny powinien::

- posiadać i umieć się posługiwać podstawową wiedzą z zakresu informatyki medycznej;
- uzyskać wiedzę o konfigurowaniu i obsłudze sieci komputerowej w zakładzie medycznym;
- posiadać i umieć zastosować informacje o nowych, bezpiecznych możliwościach przechowywania i udostępniania medycznych danych obrazowych;
- umieć uzyskiwać zapisy w standardzie DICOM (i ew. innych) w różnych systemach medycznych;

- umieć kodować i przeprowadzać transmisję danych medycznych (w tym identyfikować serwery i konta nadawcy i odbiorcy danych);
- uzyskać znajomość podejścia do fuzji obrazów anatomicznych i czynnościowych z urządzeń hybrydowych i wolnostojących;
- uzyskać ogólną wiedzę o aktualnie dostępnych, zweryfikowanych klinicznie, pakietach jakościowej, półilościowej i ilościowej oceny obrazów diagnostycznych.

B. Staż:

Nie jest przewidziany dla tego modułu.

C. Wskazówki metodyczne dotyczące realizacji programu modułu

Czas realizacji: 30 godzin.

Formy zajęć: wykłady połączone z ćwiczeniami praktycznymi.

Sposób zaliczenia:

część teoretyczna - kolokwium i ocena wystawiona przez wykładowcę (lub średnia ocena, jeśli wykładowców jest kilku, wystawiana przez kierownika kursu);

staż – nieprzewidziany.

Moduł XIV: Zagadnienia prawno-organizacyjne

Tematyka modułu realizowana jest przez 1 obligatoryjny kurs.

A. Kurs: „Zagadnienia prawno-organizacyjne”

Treści nauczania:

Wykłady:

1. Ogólne zasady polskiego systemu prawnego;
2. Harmonizacja polskiego prawa z prawem Unii Europejskiej w zakresie bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego:
 - 2.1. Prawo Atomowe;
 - 2.2. Rozporządzenia wykonawcze;
3. Regulacje prawne dotyczące stosowania w medycynie promieniowania innego niż jonizujące;
4. Regulacje prawne dotyczące procedur medycznych;
5. Zagadnienia normalizacyjne;
6. Status fizyka medycznego:
 - 6.1. Sytuacja na świecie;
 - 6.2. Sytuacja w Polsce:
 - a. regulacje prawne,
 - b. system szkoleń, specjalizacji, awansów naukowych,
 - c. towarzystwa i komitety naukowe;
 - d. organizacje międzynarodowe;
7. Organizacja jednostek ochrony zdrowia, zatrudniających fizyków medycznych.

Zakres wymaganej wiedzy teoretycznej i umiejętności praktycznych

W wyniku realizacji treści kształcenia fizyk medyczny powinien::

- Znać akty prawne dotyczące bezpiecznego stosowania czynników fizycznych. w szczególności promieniowania jonizującego w medycynie;
- Znać akty prawne dotyczące statusu, obowiązków i uprawnień fizyków medycznych;
- Być przygotowanym do wdrożenia systemu zapewnienia jakości i organizowania audytów;
- Umieć przygotowywać schematy organizacyjne, regulaminy pracy, technologiczne instrukcje pracy, protokoły itp.

B. Staż:

Nie jest przewidziany dla tego modułu.

C. Wskazówki metodyczne dotyczące realizacji programu modułu

Czas realizacji: 10 godzin.

Formy zajęć: wykłady.

Sposób zaliczenia:

część teoretyczna - kolokwium i ocena wystawiona przez wykładowcę (lub średnia ocena, jeśli wykładowców jest kilku, wystawiana przez kierownika kursu);

staż – nieprzewidziany.

IV. STANDARDY KSZTAŁCENIA W SPECJALIZACJI : FIZYKA MEDYCZNA

1. Kadra i baza dydaktyczna do zajęć i staży kierunkowych.

Kształcenie specjalizacyjne powinno odbywać się na poziomie akademickim i może być realizowane przez placówkę, która prowadzi działalność zgodną z programem specjalizacji (lub z przeważającą częścią tego programu) i która ponadto spełnia następujące warunki:

- posiada odpowiednie sale wykładowe stosownie wyposażone w konieczne do przeprowadzania zajęć pomoce dydaktyczne,
- prowadzi działalność umożliwiającą odbywanie staży specjalistycznych przewidzianych w programie specjalizacji lub ma zawarte umowy z innymi placówkami opieki zdrowotnej umożliwiające prowadzenie takich staży,
- zatrudnia co najmniej 2 fizyków medycznych – specjalistów.
- zatrudnia inne odpowiednio wykwalifikowane osoby (lekarzy, inżynierów serwisu aparatury, informatyków), które będą realizować zajęcia dydaktyczne przewidziane w programie specjalizacji lub ma zawarte odpowiednie umowy z innymi instytucjami na realizację takich zadań,

Wykaz niezbędnych (we wszystkich modułach specjalizacji) środków dydaktycznych: tablica, folie, pisaki, rzutnik pisma, komputer, powielacz.

2. Sposób realizacji programu specjalizacji, w tym ewaluacji uzyskanych w czasie specjalizacji umiejętności.

Poszczególne etapy realizacji programu specjalizacji w dziedzinie Fizyka Medyczna związane są z kolejnymi modułami nauczania w tym z kursami i stażami kierunkowymi.

W planie nauczania przewiduje się 14 modułów tematycznych, realizowanych w formie 19 kursów (520 godzin) i 4 staże kierunkowe, których łączny czas trwania wynosi 22 tygodnie.

Kierownikiem kursu, wyszczególnionego w programie specjalizacji, jest fizyk medyczny-specjalista, lub inna osoba uprawniona przez Krajowego Konsultanta w Dziedzinie Fizyki Medycznej.

Metody oceny wiedzy teoretycznej i nabytych umiejętności praktycznych:

Kolokwium (pisemne lub ustne) z zakresu wiedzy teoretycznej objętej programem danego kursu zaliczające treści teoretyczne modułu u wykładowcy (wykładowców): kolokwium przeprowadza i ocenę wystawia wykładowca; jeśli wykładowców jest kilku średnią ocenę wystawia kierownik kursu.

W przypadku modułów: „Wybrane zagadnienie fizyki promieniowania” i „Statystyka”, których treść jest przypomnieniem lub uzupełnieniem wykładów akademickich, kierownik kursu może dopuścić „specjalizanta” do kolokwium bez jego uczestniczenia we wszystkich lub w wybranych wykładach.

W przypadku modułu „Ochrona radiologiczna”, osoby pełniące funkcję inspektora ochrony radiologicznej typu IOR1 lub IOR3, które przedstawia kierownikowi kursu ważne zaświadczenie, uzyskują zaliczenie modułu.

Kierownik kursu może również uznać, że uczestnictwo w kursach prowadzonych przez organizacje lub instytucje międzynarodowe (np. ESTRO, IAEA, IOMP) może zastąpić uczestnictwo na wykładach odpowiedniego modułu lub jego części. Nie zwalnia to jednak osoby specjalizującej się od zdania kolokwium obowiązującego na danym kursie specjalizacyjnym.

Sprawdzian umiejętności praktycznych objętych programem stażu kierunkowego jest zaliczany u kierownika stażu, który wystawia ocenę i sporządza protokół, wyszczególniający zadania i sposób ich zaliczenia (np. obliczenia, wykonane pomiary, plany leczenia itp.); protokół powinien być przekazany kierownikowi specjalizacji; kierownikiem stażu jest fizyk medyczny; kierownikiem stażu z terapii radioizotopowej i diagnostyki MR może być lekarz odpowiedniej specjalności.

Samokształcenie – obejmuje studiowanie piśmiennictwa oraz nabywanie doświadczenia w wyniku realizacji zadań praktycznych a także przygotowanie opracowań teoretycznych, pracy pogładowej lub pracy oryginalnej.

Przygotowana praca, po akceptacji kierownika specjalizacji, powinna być przedstawiona na forum Polskiego Towarzystwa Fizyki Medycznej (w porozumieniu z Zarządem Głównym Towarzystwa) lub na forum Komitetu (lub jednej z Komisji Komitetu) Fizyki Medycznej PAN, w terminie poprzedzającym dopuszczenie do końcowego egzaminu.

Znajomość języków obcych:

Po zakończeniu szkolenia specjalizacyjnego osoba specjalizująca się ma obowiązek wykazania się znajomością jednego z następujących języków obcych: angielskiego, francuskiego, niemieckiego, hiszpańskiego, lub rosyjskiego i złożenia egzaminu w uczelni medycznej, sprawdzającego rozumienie tekstu pisanego, w szczególności literatury fachowej, porozumiewanie się z pacjentami i przedstawicielami innych zawodów medycznych. Wynik egzaminu z języka obcego jest dołączony do wszystkich dokumentów składanych przed przystąpieniem do egzaminu kończącego specjalizację. Znajomość języka obcego może potwierdzać zaświadczenie wydane przez Studium Języków Obcych uczelni medycznych. Rekomendowany jest język angielski, ze względu na dostępność większości fachowego piśmiennictwa w tym języku.

Egzamin końcowy:

Egzamin kończący specjalizację: Państwowy Egzamin Specjalizacyjny (PESoz) to egzamin dwuczęściowy, składający się z egzaminu praktycznego i egzaminu teoretycznego. Jako pierwszy przeprowadza się egzamin praktyczny, którego pozytywny wynik dopuszcza do egzaminu teoretycznego. Egzamin teoretyczny może być w formie ustnej i testowej. W formie testowej, gdy do PESoz w danej dziedzinie zostanie dopuszczonych, co najmniej 50 osób i w formie egzaminu ustnego, gdy kandydatów w danej sesji jest mniej. Egzamin teoretyczny jest przeprowadzany zgodnie z ramowym programem specjalizacji. Zadania

egzaminacyjne dla PESoz opracowuje i ustala CEM w porozumieniu z konsultantem krajowym w dziedzinie „Fizyka Medyczna” odrębnie na każdą sesję egzaminacyjną.

3. Wewnętrzny system oceny jakości kształcenia.

Dla właściwego przebiegu procesu kształcenia poszczególne jednostki kształcące dokonują analizy i oceny zdobywanych umiejętności i wiadomości na podstawie informacji zbieranych od specjalizujących się i od kadry np. z wykorzystaniem ankiety, a także od Przewodniczącego Komisji Egzaminacyjnej – po zakończeniu specjalizacji. W porozumieniu z CMKP, które koordynuje i nadzoruje proces kształcenia jednostki kształcące mogą dokonywać ewentualnych korekt w przebiegu zajęć i sposobie ich prowadzenia.