

CENTRUM MEDYCZNE KSZTAŁCENIA PODYPLOMOWEGO



Program specjalizacji

W

FIZYCE MEDYCZNEJ

Program dla osób posiadających tytuł zawodowy magistra: fizyki, fizyki technicznej, informatyki

Warszawa 2003

1 - ZAŁOŻENIA ORGANIZACYJNO PROGRAMOWE

A) Cele kształcenia

Celem kształcenia specjalizacyjnego z zakresu fizyki medycznej jest przygotowanie specjalistycznej kadry fizyków do pracy w szpitalach, w różnych działach medycyny. Celem kształcenia jest także pokierowanie rozwojem fizyków, aby mogli nie tylko spełniać rolę partnerów lekarzy, lecz również podejmować decyzje dotyczące fizycznych aspektów medycyny. Szczególną rolę w kształceniu należy przypisać nauczaniu i wdrożeniu fizyków do spełniania roli ekspertów w zakresie systemów zarządzania jakością w dziedzinach związanych z fizyką medyczną. Fizycy medyczni powinni również działać inspirująco na zespół medyczny, z którym współpracują, zwracając uwagę na nowe możliwości w procesie diagnozowania i leczenia.

Istota kształcenia powinna polegać na rozwinięciu umiejętności nabytych w czasie studiów w celu zastosowania ich w medycynie. Kształcenie powinno wskazać kierunki oczekiwanego przez medycynę zaangażowania fizyków, jak również rozbudzić w nich zdolności innowacyjne.

Przedstawiony program uwzględnia fakt, że 90% fizyków medycznych zajmuje się zastosowaniami promieniowania jonizującego w medycynie, w szczególności radioterapią. Osoby te muszą być zatem szczególnie dobrze przygotowane do zadań związanych z zastosowaniem promieniowania jonizującego, gdyż nawet drobny błąd może mieć w tej dziedzinie katastrofalne skutki.

B) Czas trwania specjalizacji

Łączna liczba godzin przeznaczonych na realizację kształcenia wynosi 600 godzin dydaktycznych. Szczegółowy rozkład godzinowy zamieszczono poniżej w tabeli. Całkowity czas kształcenia wynosi 3 lata.

W ramach specjalizacji fizyk medyczny powinien odbyć następujące staże:

- a) dwa staże czterotygodniowe (tzn. łącznie 8 tygodni) z radioterapii; w tym staż w ośrodku terapii realizowanej z wykorzystaniem źródeł otwartych,
- b) dwa staże czterotygodniowe (tzn. łącznie 8 tygodni) z technik obrazowania,
- c) dwa staże dwutygodniowe (tzn. łącznie 4 tygodnie) z diagnostycznych metod nieradiacyjnych.

W ramach staży przewidywane są obowiązkowe kursy zgodnie z niżej przedstawionym szczegółowym programem.

C) Zakres wiedzy teoretycznej

Omówiono szczegółowo w kolejnych modułach.

D) Wykaz umiejętności

Podano w poszczególnych modułach.

E) 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 i zapewniający opanowanie wiadomości i nabycie umiejętności praktycznych określonych w programie specjalizacji. Kształcenie specjalizacyjne odbywa się poprzez uczestniczenie w kursach, udział w stażach w wytypowanych instytucjach, samokształcenie drogą studiowania piśmiennictwa oraz nabywanie doświadczenia w wyniku realizacji zadań praktycznych.

Postępowanie kwalifikacyjne

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 postępowaniu kwalifikacyjnym, należy kierować się następującymi zasadami:

a) należy kwalifikować przedstawicieli z różnych ośrodków; dotyczy to zwłaszcza osób zajmujących się terapią z wykorzystaniem promieniowania jonizującego,

b) należy kwalifikować osoby o dłuższym stażu pracy w charakterze fizyka medycznego.

W przypadku, gdy liczba kandydatów przekroczy liczbę wolnych miejsc dodatkowo przeprowadzona będzie z kandydatami rozmowa kwalifikacyjna.

Celem rozmowy kwalifikacyjnej jest określenie przydatności kandydata do rozpoczęcia specjalizacji w dziedzinie fizyki medycznej oraz wyłonienie kandydatów rokujących pomyślne ukończenie specjalizacji. Rozmowa powinna dotyczyć zarówno motywacji do podjęcia specjalizacji jak treści merytorycznych przede wszystkim związanych z zastosowaniem promieniowania jonizującego w medycynie.

Zakres rozmowy kwalifikacyjnej obejmuje następujące elementy:

a) motywacja kandydata,

b) dotychczasowe doświadczenie zawodowe kandydata (osiągnięcia, staż pracy, dorobek naukowy),

c) dotychczas ukończone kształcenie podyplomowe (kursy, staże, inne szkolenia) w szczególności tematycznie związane z przedmiotem specjalizacji,

d) znajomość języków obcych.

Każdy z elementów rozmowy kwalifikacyjnej oceniany jest wg wybranej skali punktowej odrębnie i niezależnie przez każdego członka komisji. Oceny poszczególnych członków komisji dodaje się i uzyskana w ten sposób suma jest ostatecznym wynikiem rozmowy kwalifikacyjnej osiągniętym przez kandydata. Na podstawie wszystkich wyników ustala się listę rankingową kandydatów. Do specjalizacji zakwalifikowani zostają kandydaci z najlepszymi wynikami. W przypadku identycznej punktacji osób ubiegających się o jedno miejsce głos rozstrzygający ma przewodniczący komisji kwalifikacyjnej.

2 - PLAN NAUCZANIA

A) Moduły oraz ich czas trwania

Lp.	MODUŁ	Liczba godzin
1.	Podstawy anatomii i fizjologii człowieka.	40
2.	Podstawy radiobiologii.	50
3.	Wybrane zagadnienia fizyki promieniowania jonizującego.	40
4.	Ochrona radiologiczna.	30
5.	Teleradioterapia.	120
6.	Brachyterapia i terapia otwartymi źródłami promieniowania.	70
7.	Terapia promieniowaniem niejonizującym.	50
8.	Diagnostyka obrazowa (rentgenowska, medycyna nuklearna, NMR, USG, termografia).	90
9.	Bioelektryczność i biomagnetyzm w diagnostyce; elementy bioceybernetyki.	40
10.	Statystyczna analiza danych.	40
11.	Zagadnienia prawno-organizacyjne.	30
	OGÓLEM	600

B) Staże kierunkowe i ich czas trwania

W czasie specjalizacji fizyk medyczny powinien odbyć następujące staże:

- 1) dwa staże czterotygodniowe (tzn. łącznie 8 tygodni) z radioterapii; w tym staż w ośrodku terapii realizowanej z wykorzystaniem źródeł otwartych,
- 2) dwa staże czterotygodniowe (tzn. łącznie 8 tygodni) z technik obrazowania,
- 3) dwa staże dwutygodniowe (tzn. łącznie 4 tygodnie) z diagnostycznych metod nieradiacyjnych.

Uzasadnienie planu nauczania

W planie nauczania szczególny nacisk położono na zagadnienia związane z radioterapią. Z tego względu, mimo, że fizycy powinni wynieść ze studiów dobrą znajomość fizyki, w tym fizyki promieniowania, w planie nauczania umieszczono moduł „Wybrane zagadnienia fizyki promieniowania”. Jest to wykład przygotowujący do dobrego opanowania dalszych modułów głównie: „Teleradioterapia” i „Brachyterapia” i zwracający uwagę na możliwości i ograniczenia aparatury radioterapeutycznej i różnych rodzajów promieniowania jonizującego.

W związku ze specyfiką tego działu fizyki medycznej uważamy, że wykład „Wybrane zagadnienia fizyki promieniowania” powinien prowadzić fizyk, któremu zagadnienia radioterapii nie są obce. W związku z tym proponuje się, aby podstawy fizyczne dotyczące różnych metod diagnostyki obrazowej, biosygnalów, niejonizujących metod terapii powiązać bezpośrednio z tymi wykładami, prowadzonymi przez odpowiednich specjalistów. Podane pozycje literatury powinny być przez wykładowcę uaktualniane i uzupełniane pozycjami z dostępnych czasopism naukowych i internetu.

3 - PROGRAM NAUCZANIA MODUŁÓW SPECJALIZACJI

MODUŁ 1 - Podstawy anatomii i fizjologii człowieka.

Cele kształcenia

Celem modułu jest:

- 1) przekazanie specjalizującemu się podstawowej wiedzy z zakresu anatomii i fizjologii człowieka,
- 2) przygotowanie fizyka medycznego do współpracy z lekarzem.

Treści kształcenia

1. Podstawy biologii komórki i organizmów wyższych.
2. Podstawy fizjologii i patofizjologii człowieka;
 - układ nerwowy,
 - układ oddechowy
 - układ krwionośny
 - układ pokarmowy
 - układ moczowy
 - układ rozrodczy
 - układ kostno mięśniowy i skóra
 - układ wydzielania wewnętrznego
 - układ chłonny; podstawy immunologii
 - choroby nowotworowe
3. Anatomia człowieka;
 - podstawy anatomii ośrodkowego układu nerwowego,
 - podstawy anatomii regionu głowy i szyi,
 - podstawy anatomii klatki piersiowej: płuca, przełyk, serce i duże naczynia,
 - podstawy anatomii gruczołów piersiowych,
 - podstawy anatomii przewodu pokarmowego: żołądek, dwunastnica, wątroba, drogi żółciowe, trzustka, jelito cienkie, jelito grube,
 - podstawy anatomii układu moczowego,
 - podstawy anatomii żeńskich i męskich narządów płciowych,
 - podstawy anatomii układu kostno-mięśniowego,
 - podstawy anatomii układu naczyniowego i układu chłonnego,
 - specyfika anatomii u dzieci.

Oczekiwane wyniki kształcenia

W wyniku realizacji treści modułu fizyk medyczny powinien:

- posiadać podstawową wiedzę z zakresu anatomii i fizjologii człowieka,
- posługiwać się terminologią umożliwiającą komunikowanie się z lekarzem,
- być przygotowanym do korzystania z osiągnięć diagnostyki obrazowej,
- być partnerem dla lekarza.

Wskazówki metodyczne dotyczące realizacji programu modułu

Czas realizacji:	40 godzin
Formy zajęć:	wykłady, ćwiczenia
Sposób zaliczenia:	kolokwium zaliczeniowe z wykładanego materiału
Wykładowcy:	lekarz

Wykaz niezbędnych pomocy dydaktycznych

Rzutnik foliogramów, rzutnik przeźroczy, sprzęt do prezentacji multimedialnych, tablica.

Piśmiennictwo

1. Kawiak J.: Podstawy cytofizjologii, PWN.
2. Michajlik A.: Ramotowski W., Anatomia i fizjologia człowieka.
3. Traczyk W. Z.: Fizjologia człowieka w zarysie.
4. Traczyk W. Z. i Trzebski A.: Patofizjologia - podręcznik dla studentów medycyny, wyd. drugie, PZWL

MODUŁ 2 - Podstawy radiobiologii

Cele kształcenia

Celem modułu jest:

1. przekazanie podstawowych wiadomości z zakresu oddziaływania promieniowania jonizującego na organizmy żywe.
2. przekazanie wiedzy stanowiącej bazę do odpowiedzialnego posługiwania się promieniowaniem jonizującym we wszystkich zastosowaniach medycznych,
3. przygotowanie fizyka medycznego do współpracy z lekarzem w zakresie badań radiobiologicznych.

Treści kształcenia

1. Oddziaływanie promieniowania jonizującego na organizmy żywe.
2. Cykl komórkowy.
3. Prolifercja komórkowa w tkankach prawidłowych.
4. Krzywe przeżywalności;
 - promieniowanie o niskim i wysokim LET,
 - zależność wrażliwości od miejsca w cyklu komórkowym,
 - efekt tlenowy,
 - uszkodzenia letalne i subletalne.
5. Modele matematyczne opisujące oddziaływanie promieniowania jonizującego na komórki
 - model jednej tarczy,
 - model wielu tarcz.
6. Pojęcie izoefektu.

7. Uszkodzenia popromienne;
 - rodzaje uszkodzeń,
 - zależność uszkodzeń od budowy tkanek,
 - objawy uszkodzeń,
 - zależność uszkodzeń od dawki frakcyjnej, czasu i szybkości akumulacji dawki.
8. Dawki tolerancji
 - narządy krytyczne,
 - dawki tolerancji.
9. Dozymetria biologiczna.

Oczekiwane wyniki kształcenia

W wyniku realizacji treści kształcenia fizyk medyczny powinien:

1. posiadać podstawowe wiadomości z zakresu wpływu promieniowania jonizującego na organizm żywy,
2. posiadać podstawowe umiejętności z zakresu radiobiologii pozwalające na współpracę z lekarzem radioterapeutą,
3. rozumieć zagrożenia wynikające ze stosowania promieniowania jonizującego,
4. być przygotowanym do włączenia się w badania prowadzone z wykorzystaniem promieniowania jonizującego.

Wskazówki metodyczne dotyczące realizacji programu modułu

Czas realizacji:	50 godzin
Formy zajęć:	wykłady, ćwiczenia
Sposób zaliczenia:	kolokwium zaliczeniowe z wykładanego materiału
Wykładowcy:	radiobiolog, lekarz radioterapeuta

Wykaz niezbędnych pomocy dydaktycznych

Rzutnik foliogramów, rzutnik przezroczy, sprzęt do prezentacji multimedialnych, tablica, pracownia mikroskopowa

Piśmiennictwo

1. Hall E. J.: Radiobiology for the Radiologists, 5 wydanie, Lippincot Williams & Wilkins, Philadelphia, 2000.
2. Hrynkiewicz A. Z.: Człowiek i promieniowanie jonizujące. Wydawnictwa Naukowe PWN; Warszawa 2001.
3. Steel G. G.: Basic Clinical Radiobiology, Edward Arnold, 1999.
4. Hrynkiewicz A, Rokita E., red.: Fizyczne metody diagnostyki i terapii. PWN Warszawa 2000.
5. Wheldon T. E.: Mathematical Models in Cancer Research. Adam Hilger, Bristol & Philadelphia.

MODUŁ 3 - Wybrane zagadnienia fizyki promieniowania jonizującego.¹

Cele kształcenia

Celem modułu jest:

1. przekazanie lub rozszerzenie wiadomości z fizyki promieniowania jonizującego, w zakresie mającym zastosowanie w medycynie,
2. przygotowanie fizyka medycznego do współpracy z lekarzem radioterapeutą i lekarzem zajmującym się diagnostyką obrazową,
3. przygotowanie fizyka medycznego do racjonalnego wykorzystania tych wiadomości w brachy- i teleradioterapii, technice obrazowania i w ochronie radiologicznej.

Treści kształcenia

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. Podstawy fizyki i techniki aparatury wytwarzającej promieniowanie jonizujące.
9. Naturalne i sztuczne źródła promieniowania w środowisku.
10. Oddziaływanie promieniowania z materią (cząstki alfa, beta, gamma, fotony, neutrony);
 - rodzaje oddziaływań,
 - osłabienie promieniowania,
 - pochłanianie promieniowania.

Oczekiwane wyniki kształcenia

W wyniku realizacji treści kształcenia fizyk medyczny powinien:

1. posiadać podstawowe wiadomości z zakresu wpływu promieniowania jonizującego na organizm żywy,
2. posiadać podstawowe umiejętności z zakresu radiobiologii pozwalające na współpracę z lekarzem radioterapeutą,
3. rozumieć zagrożenie wynikające ze stosowania promieniowania jonizującego,
4. być przygotowanym do włączenia się w badania prowadzone z wykorzystaniem promieniowania jonizującego.

Wskazówki metodyczne dotyczące realizacji programu modułu

Czas realizacji: 40 godzin

Formy zajęć: wykłady i ćwiczenia

Sposób zaliczenia: kolokwium zaliczeniowe z wykładanego materiału

Wykładowcy: fizycy

¹ Ze względów praktycznych całe widmo promieniowania ultrafioletowego zostało w tym programie włączone do zagadnień omawianych w module: terapia promieniowaniem niejonizującym.

Wykaz niezbędnych pomocy dydaktycznych

Rzutnik foliogramów, rzutnik przezroczny, sprzęt do prezentacji multimedialnych, tablica, tablice okresowe pierwiastków

Piśmiennictwo

1. Enge H. A., Wehr M. R., Richards J. A.: Wstęp do fizyki atomowej, Warszawa: Wydawnictwa Naukowe PWN, 1983.
2. Hrynkiewicz A. Z.: Człowiek i promieniowanie jonizujące. Warszawa: Wydawnictwa Naukowe PWN; 2001.
3. Johns H. E, Cunningham J. R.: The physics of radiology. 3d ed. Springfield, Illinois: Charles C Thomas Publisher; 1983.
4. Muchin K. N.: Doświadczalna fizyka jądrowa, cz. 1 Fizyka jądra atomowego, Warszawa: Wydawnictwa Naukowo Techniczne, 1978.
5. Muchin K. N.: Doświadczalna fizyka jądrowa, cz.2 Cząstki elementarne, Warszawa: Wydawnictwa Naukowo Techniczne, 1978.
6. Skrzypczak E., Szepliński Z.: Wstęp do fizyki jądra atomowego i cząstek elementarnych. Warszawa: Wydawnictwa Naukowe PWN; 2002.

MODUŁ 4 - Ochrona radiologiczna

Cele kształcenia

Celem modułu jest:

1. przygotowanie fizyka medycznego do pełnienia roli inspektora ochrony radiologicznej a szczególności do podejmowania wstępnych działań w przypadku zaistnienia awarii radiacyjnej,
2. przygotowanie fizyka medycznego do pełnienia roli wspomagającej w procesie projektowania jednostki wykorzystującej promieniowanie jonizujące w medycynie,
3. przygotowanie do prowadzenia prostych wykładów na temat roli promieniowania jonizującego w życiu człowieka, zagrożeń i korzyści.

Treści kształcenia

1. Efekty napromienienia organizmu;
 - rodzaje uszkodzeń,
 - skutki,
 - napromienienie z zewnątrz i od wewnątrz,
 - działania ograniczające skutki napromienienia.
2. Wielkości dozymetryczne stosowane w ochronie radiologicznej i ich jednostki.
3. Przyrządy dozymetryczne stosowane w ochronie radiologicznej i ich kalibracja.
4. Zasady bezpiecznej pracy ze źródłami promieniowania jonizującego.
5. Kontrola personelu i środowiska.
6. Sytuacje awaryjne.
7. Przepisy prawne.

Oczekiwane wyniki kształcenia

W wyniku realizacji treści kształcenia fizyk medyczny powinien:

1. posiadać podstawowy zasób wiadomości z zakresu ochrony radiologicznej,
2. znać zagrożenia płynące ze stosowania promieniowania jonizującego w medycynie,
3. znać najpoważniejsze wypadki radiacyjne,
4. posiadać praktyczne umiejętności w dozymetrii stosowanej w ochronie radiologicznej,
5. być przygotowany do poprowadzenia szkolenia dla osób nie związanych z fizyką promieniowania na temat ochrony radiologicznej.

Wskazówki metodyczne dotyczące realizacji programu modułu

Czas realizacji: 30 godzin

Formy zajęć: wykłady, ćwiczenia rachunkowe i pomiarowe

Sposób zaliczenia: kolokwium zaliczeniowe z wykładanego materiału

Proponowani wykładowcy: pracownicy z Centralnego Laboratorium Ochrony Radiologicznej lub uzgodnieni z CLOR

Wykaz niezbędnych pomocy dydaktycznych

Przyrządy dozymetryczne stosowane w ochronie radiologicznej, rzutnik foliogramów, rzutnik przezroczy, sprzęt do prezentacji multimedialnych, tablica

Piśmiennictwo

1. Gorczyca R., Wiśniewski K., Pachocki Pachołki., Różycki Z.: Ochrona radiologiczna w pracowni rentgenowskiej. Vademecum inspektora ochrony radiologicznej. Warszawa. EX-POLON; 1997.
2. Gostkowska B., Rosiński S.: Ochrona radiologiczna (skrypt). Warszawa, Centralne Laboratorium Ochrony Radiologicznej; 2001.
3. Hrynkiewicz A. Z.: Dawki i działanie biologiczne promieniowania jonizującego. Warszawa-Kraków: Państwowa Agencja Atomistyki, Instytut Fizyki Jądrowej; 1993.
4. Hrynkiewicz A. Z.: Człowiek i promieniowanie jonizujące. Warszawa: Wydawnictwa Naukowe PWN; 2001.
5. Pawlicki G., Pałko T., Golnik N., Gwiazdowska B., Królicki L. red.: Fizyka medyczna. Warszawa: Akademicka Oficyna Wydawnicza Exit; 2002.

MODUŁ 5 - Teleradioterapia

Cele kształcenia

Celem modułu jest:

1. przedstawienie możliwości leczenia nowotworów z wykorzystaniem wiązek zewnętrznych promieniowania jonizującego,
2. przygotowanie fizyka medycznego do współpracy z lekarzem radioterapeutą,
3. scharakteryzowanie wiązek terapeutycznych,

4. przekazanie wiedzy teoretycznej i praktycznej z zakresu dozymetrii promieniowania jonizującego,
5. przekazanie praktycznych umiejętności z zakresu kontroli jakości w teleradioterapii,
6. scharakteryzowanie modeli matematycznych opisujących wiązkę promieniowania jonizującego,
7. przekazanie praktycznych umiejętności z zakresu planowania leczenia,
8. nabycie umiejętności praktycznego zastosowania zdobytej wiedzy z zakresu radiobiologii.

Treści kształcenia

1. Ogólne zasady diagnostyki nowotworów – współczesne metody rozpoznawania nowotworów w stadium przedinwazyjnym i stadium inwazyjnym, metody monitorowania przebiegu leczenia, zastosowanie dostępnych metod diagnostyki obrazowej, diagnostyka endoskopowa i laparoskopowa, wykorzystanie diagnostyki radiologicznej do planowania leczenia napromienianiem.
2. Obraz kliniczny nowotworów złośliwych – symptomatologia i kliniczny przebieg nowotworów w różnych lokalizacjach, wpływ cech morfologicznych i klinicznych na wybór metody leczenia.
3. Charakterystyka wiązek terapeutycznych.
4. Narządy promieniowrażliwe i dawki tolerancji, odczyny popromienne.
5. Modele matematyczne wiązek terapeutycznych.
6. Międzynarodowe zalecenia określania objętości napromienianej i określania dawki w teleradioterapii.
7. Prawdopodobieństwo miejscowego wyleczenia i prawdopodobieństwo uszkodzenia narządów krytycznych.
8. Techniki uzyskiwania odtwarzalności napromieniania.
9. Techniki napromieniania.
10. Zalecenia międzynarodowe dotyczące określania objętości napromienianej i określania dawki.
11. Ocena rozkładów dawki.
12. Jednorodność rozkładu dawki w objętości tarczowej.
13. Histogramy objętościowe.
14. Ogólna ocena planu.
15. Metody obliczania czasu napromieniania i dawki monitorowej.
16. Metody weryfikacji planu leczenia.
17. Metody przygotowania pacjenta do napromieniania zgodnie z planem leczenia.
18. Dozymetria promieniowania jonizującego.
19. Metody jonometryczne; odpowiednie przyrządy i ich kalibracja.
20. Raporty dozymetryczne (zalecenia międzynarodowe i krajowe).
21. Metody półprzewodnikowe.
22. Metoda filmowa.
23. Termoluminescencja.

Oczekiwane wyniki kształcenia

W wyniku realizacji treści kształcenia fizyk medyczny powinien:

1. posiadać podstawową wiedzę kliniczną z zakresu teleterapii,
2. posiadać szerokie wiadomości z zakresu modelowania wiązki terapeutycznej w ośrodku rozpraszającym,
3. posiadać wiadomości z zakresu modeli opisujących efekt terapeutyczny,
4. posiadać praktyczne umiejętności planowania leczenia i oceny planu leczenia,
5. posiadać praktyczne umiejętności obliczania czasów napromieniania i dawki monitorowej,
6. znać powszechnie stosowane techniki napromieniania wiązkami zewnętrznymi,
7. posiadać praktyczne umiejętności realizacji planu leczenia,
8. posiadać teoretyczne i praktyczne umiejętności z zakresu dozymetrii wiązek promieniowania jonizującego,
9. posiadać praktyczne umiejętności wykonania kontroli jakości urządzeń terapeutycznych i urządzeń wspomagających leczenie,
10. być przygotowany do prowadzenia szkoleń dla lekarzy radioterapeutów.

Wskazówki metodyczne dotyczące realizacji programu modułu

Czas realizacji:	120 godzin
Formy zajęć:	wykłady, ćwiczenia rachunkowe i pomiarowe, uczestniczenie w pracy Zakładu Fizyki Medycznej i Zakładu Radioterapii (staż kierunkowy), kursy z obliczania czasów napromieniania i z zakresu dozymetrii promieniowania
Sposób zaliczenia:	przedstawienie przygotowanych planów leczenia, kolokwium zaliczeniowe z treści teoretycznych, kolokwium z obliczania czasu napromieniania, wykazanie się praktycznymi umiejętnościami z zakresu dozymetrii i kontroli jakości
Wykładowcy:	fizycy medyczni, lekarze radioterapeuci

Wykaz niezbędnych pomocy dydaktycznych

Urządzenia terapeutyczne i wspomagające leczenie, systemy planowania leczenia, urządzenia dozymetryczne, rzutnik foliogramów, rzutnik przeźroczy, sprzęt do prezentacji multimedialnych, tablica.

Piśmiennictwo

1. DeVita V. T., Hellman S., Rosenberg S. A. Eds.: Cancer – Principles & Practice of Oncology.
2. Fletcher G. H., Eds.: Textbook of Radiotherapy Lea & Febiger, 3 wyd., 1980.
3. Green D.: Linear accelerators for radiation therapy. Adam Hilger Ltd. Bristol, 1986.
4. Hryniewicz A., Rokita E., red.: Fizyczne metody diagnostyki i terapii. PWN Warszawa 2000.
5. Johns H. E, Cunningham J. R.: The physics of radiology. 3d ed. Springfield, Illinois: Charles C Thomas Publisher; 1983.

6. Kukołowicz P. F.: Charakterystyka wiązek terapeutycznych fotonów i elektronów. Kielce: Świętokrzyskie Centrum Onkologii; 2000.
7. McKinlay A. F.: Medical Physics Handbooks 5. Thermoluminescence dosimetry. Bristol: Adam Hilger; 1981.
8. Pawlicki G., Pałko T., Golnik N., Gwiazdowska B., Królicki L., red.: Fizyka medyczna. Warszawa: Akademicka Oficyna Wydawnicza Exit; 2002.
9. Scharf W.: Akceleratory biomedyczne. PWN, Warszawa 1994.
10. Williams J. R., Thwaites D. I., red.: Radiotherapy physics in practice, 2nd ed. Oxford University Press; 2000.
11. Van Dyk J., Ed.: The modern technology of radiation oncology. Medical Physics Publishing; Madison, 1999.

MODUŁ 6 - Brachyterapia i terapia otwartymi źródłami promieniowania

Cele kształcenia

Celem modułu jest:

1. przedstawienie możliwości leczenia nowotworów z wykorzystaniem brachyterapii,
2. przygotowanie fizyka medycznego do współpracy z lekarzem radioterapeutą,
3. przedstawienie charakterystyki źródeł promieniotwórczych,
4. przedstawienie charakterystyki systemów dozymetrycznych opracowanych dla potrzeb planowania brachyterapii (Quimby, Manchester, Paris, SSDS),
5. przekazanie praktycznych umiejętności z zakresu kontroli jakości w brachyterapii,
6. przedstawienie charakterystyki modeli matematycznych pozwalającymi obliczyć rozkład dawki od źródeł promieniotwórczych,
7. przekazanie praktycznych umiejętności z zakresu planowania brachyterapii,
8. przekazanie wiedzy z zakresu zastosowań otwartych źródeł promieniowania do terapii.

Treści kształcenia

1. Kliniczne aspekty brachyterapii.
2. Charakterystyka źródeł promieniotwórczych (zamkniętych i otwartych).
3. Modele matematyczne, z wykorzystaniem których można obliczyć rozkład dawki od źródeł promieniotwórczych.
4. Techniki uzyskiwania odtwarzalności napromieniania.
5. Techniki leczenia w brachyterapii.
6. Zalecenia międzynarodowe dotyczące określania objętości napromienianej i określania dawki.
7. Ocena rozkładów dawki od źródeł promieniotwórczych stosowanych w brachyterapii;
 - jednorodność rozkładu dawki w objętości tarczowej,
 - histogramy objętościowe,
 - ogólna ocena planu.
8. Dozymetria wykorzystywana w brachyterapii;
 - Metody określania aktywności i dawki. Odpowiednie przyrządy i ich kalibracja.
 - Raporty dozymetryczne (zalecenia międzynarodowe i krajowe)

Oczekiwane wyniki kształcenia

W wyniku realizacji treści kształcenia fizyk medyczny powinien:

1. posiadać podstawową wiedzę kliniczną z zakresu brachyterapii,
2. posiadać umiejętność ręcznego obliczania rozkładów dawki od źródeł promieniotwórczych w prostych sytuacjach,
3. znać powszechnie stosowane techniki brachyterapii,
4. posiadać praktyczne umiejętności planowania brachyterapii i oceny planu leczenia,
5. posiadać praktyczne umiejętności realizacji planu leczenia,
6. posiadać teoretyczne i praktyczne umiejętności z zakresu dozymetrii promieniowania jonizującego wykorzystywane w brachyterapii,
7. posiadać umiejętności określania aktywności źródeł promieniotwórczych,
8. posiadać praktyczne umiejętności wykonania kontroli jakości w brachyterapii,
9. być przygotowany do prowadzenia szkoleń dla lekarzy radioterapeutów.

Wskazówki metodyczne dotyczące realizacji programu modułu

Czas realizacji:	70 godzin
Formy zajęć:	wykłady, ćwiczenia rachunkowe i pomiarowe, uczestnictwo w pracy Zakładu Fizyki Medycznej i Zakładu Brachyterapii (staż kierunkowy),
Sposób zaliczenia:	przedstawienie przygotowanych planów leczenia, kolokwium zaliczeniowe z treści teoretycznych wykazanie się praktycznymi umiejętnościami z zakresu dozymetrii i kontroli jakości,
Wykładowcy:	fizycy medyczni, lekarze radioterapeuci.

Wykaz niezbędnych pomocy dydaktycznych

Urządzenia terapeutyczne i wspomagające leczenie, systemy planowania leczenia, urządzenia dozymetryczne, rzutnik foliogramów, rzutnik przeźroczy, sprzęt do prezentacji multimedialnych, tablica, systemy planowania leczenia.

Piśmiennictwo

1. Godden T. J.: Medical Physics Handbooks 19, .Physical aspects of brachytherapy. Philadelphia, Bristol: Adam Hilger; 1988
2. Hryniewicz A., Rokita E., red.: Fizyczne metody diagnostyki i terapii. PWN. Warszawa 2000.
3. Khan F. M, Potish R. A.: Treatment Planning in Radiation Oncology. Lippincott Williams & Wilkins 2000.
4. Pawlicki G., Pałko T., Golnik N., Gwiazdowska B., Królicki L., red.: Fizyka medyczna. Warszawa: Akademicka Oficyna Wydawnicza Exit; 2002.
5. Steven A. Leibel, Theodore L. Phillips: Textbook of Radiation Oncology W B Saunders Company, 1998.

MODUŁ 7 - Terapia promieniowaniem niejonizującym

Cele modułu

Celem modułu jest:

1. rozszerzenie wiadomości z fizyki promieniowania niejonizującego w zakresie mającym zastosowania w terapii,
2. przygotowanie fizyka do współpracy z lekarzem stosującym powyższą terapię.

Treści nauczania

1. Podstawowe zjawiska fizyczne dotyczące promieniowania niejonizującego (powstawanie, widmo promieniowania, oddziaływanie z materią).
2. Wpływ promieniowania na organizmy żywe.
3. Zastosowanie różnych rodzajów promieniowania w lecznictwie;
 - Lasery,
 - Hipertermia,
 - promieniowanie ultrafioletowe,
 - promieniowanie podczerwone,
 - ultradźwięki.
4. Stosowana aparatura:
 - wytwarzająca promieniowanie,
 - pomiarowa.
5. Uboczne skutki stosowania promieniowania dla pacjenta i przepisy w zakresie ochrony przed promieniowaniem niejonizującym.

Oczekiwane wyniki kształcenia

W wyniku realizacji treści modułu fizyk medyczny powinien:

1. posiadać podstawowe wiadomości z zakresu promieniowania: laserowego, ultrafioletowego, podczerwonego, mikrofalowego i ultradźwięków,
2. znać zagrożenia wynikające z tego promieniowania,
3. znać zasady działania aparatury.

Wskazówki metodyczne dotyczące realizacji programu modułu

Czas realizacji:	50 godzin
Formy zajęć:	wykłady, ćwiczenia rachunkowe i pomiarowe,
Sposób zaliczenia:	kolokwium zaliczeniowe z treści teoretycznych, wykazanie się praktycznymi umiejętnościami z zakresu miernictwa promieniowania niejonizującego i kontroli jakości,
Wykładowcy:	fizycy medyczni, lekarze odpowiednich specjalności.

Wykaz niezbędnych pomocy dydaktycznych

Urządzenia terapeutyczne i wspomagające leczenie, rzutnik foliogramów, rzutnik przeźroczny, sprzęt do prezentacji multimedialnych, tablica + urządzenia terapeutyczne i wspomagające leczenie.

Piśmiennictwo

1. Hryniewicz A., Rokita E., red.: Fizyczne metody diagnostyki i terapii. PWN Warszawa 2000.
2. Moseley H.: Non-ionizing radiation. Microwaves, Ultraviolet and Laser radiation, Adam Hilger, Bristol, 1988.
3. Paliwal B. R., Hetzel F. W., Dewhirst M. W., ed.: Biological, physical and clinical aspects of hyperthermia. American Institute of Physics, New York, 1988.
4. Pawlicki G., Pałko T., Golnik N., Gwiazdowska B., Królicki L., red.: Fizyka medyczna. Warszawa: Akademicka Oficyna Wydawnicza Exit; 2002.

MODUŁ 8 - Diagnostyka obrazowa (rentgenowska, medycyna nuklearna, NMR, USG, termografia).

Cele kształcenia

Celem modułu jest:

1. przedstawienie możliwości współczesnych metod diagnostyki obrazowej,
2. przedstawienie fizycznych podstaw i budowy aparatury diagnostycznej,
3. przekazanie fizykom medycznym podstawowej wiedzy z zakresu diagnostyki obrazowej niezbędnej do prawidłowej komunikacji z lekarzem,
4. przedstawienie różnych technik rejestracji i przetwarzania danych obrazowych w zakresie odwzorowań planarnych i tomograficznych,
5. przekazanie wiedzy na temat jakości obrazów i parametrów o tym decydujących,
6. nabycie teoretycznych i praktycznych umiejętności z zakresu dozymetrii w diagnostyce,
7. przedstawienie metod statystycznych wykorzystywanych w ocenie jakości wyników obrazowania,
8. przekazanie praktycznych umiejętności dotyczących prowadzenia kontroli jakości aparatury diagnostycznej.

Treści kształcenia

1. Techniki badań diagnostycznych.
2. Źródła promieniowania jonizującego i nie jonizującego.
3. Aparatura diagnostyczna.
4. Układy detekcyjne systemów obrazowania.
5. Radiometria i dozymetria w diagnostyce.
6. Oddziaływanie promieniowania z obiektem w zakresie stosowanych w diagnostyce energii.
7. Układy formujące wiązki diagnostyczne.
8. Metody odwzorowania i rekonstrukcji obrazów.
9. Przetwarzanie danych obrazowych i metody prezentacji danych.
10. Ocena jakości obrazów diagnostycznych.
11. Diagnostyka cyfrowa. Elementy układów i ich parametry.
12. Metody statystyczne w zastosowaniu do diagnostyki obrazowania.
13. Zapewnienie i kontrola jakości w badaniach diagnostycznych.

Oczekiwane wyniki kształcenia

W wyniku realizacji treści kształcenia fizyk medyczny powinien:

1. posiadać ogólne wiadomości o technikach obrazowania a w szczególności: rentgenodiagnostyce, medycynie nuklearnej, rezonansie magnetycznym, ultrasonografii,
2. posiadać praktyczne umiejętności pomiaru parametrów fizycznych aparatury diagnostycznej,
3. posiadać praktyczne umiejętności oceny obrazów,
4. posiadać praktyczne umiejętności pomiaru dawek diagnostycznych,
5. posiadać teoretyczne i praktyczne umiejętności wyznaczania aktywności i dawek w diagnostyce stosującej źródła otwarte,
6. przeprowadzenie kontroli jakości aparatury diagnostycznej na podstawie stosowanych protokołów,
7. być przygotowany do prowadzenia szkoleń dla lekarzy specjalistów diagnostyki obrazowej.

Wskazówki metodyczne dotyczące realizacji programu modułu

Czas realizacji:	90 godzin
Formy zajęć:	wykłady, ćwiczenia rachunkowe i pomiarowe, uczestnictwo w pracy Zakładu Fizyki Medycznej (staż kierunkowy),
Sposób zaliczenia:	kolokwium zaliczeniowe z treści teoretycznych, wykazanie się praktycznymi umiejętnościami z zakresu dozymetrii i kontroli jakości,
Wykładowcy:	fizycy medyczni, lekarze ze specjalnością z diagnostyki.

Wykaz niezbędnych pomocy dydaktycznych

Urządzenia diagnostyczne, aparatura do kontroli jakości, rzutnik foliogramów, rzutnik przeźroczy, sprzęt do prezentacji multimedialnych, tablica, + urządzenia diagnostyczne (RTG, TK, NMR, USG, termografia), aparatura do kontroli jakości;

Piśmiennictwo

1. Dendy P. P., Heaton B.: Physics for diagnostic radiology. Institute of Physics Publishing, London, 1999.
2. Evans Ali: The evaluation of medical images. Adam Hilger Ltd, Bristol, 1981.
3. Hryniewicz A., Rokita E., red.: Fizyczne metody diagnostyki i terapii. PWN Warszawa 2000.
4. Pawlicki G., Pałko T., Golnik N., Gwiazdowska B., Królicki L., red.: Fizyka medyczna. Warszawa: Akademicka Oficyna Wydawnicza Exit; 2002.
5. Sprawls P. Jr.: Physical Principles of Medical Imaging. Aspen Publisher USA, Maryland, 1987.
6. Webb S.: The physics of medical imaging. IOP Publishing Ltd 1988.

MODUŁ 9 - Bioelektryczność i biomagnetyzm w diagnostyce; elementy biocybernetyki

Cele kształcenia

Celem modułu jest:

1. przedstawienie współczesnych zastosowań fizyki z zakresu bioelektryczności,
2. wprowadzenie podstawowych pojęć biocybernetyki,
3. przedstawienie fizycznych podstaw i budowy aparatury diagnostycznej,
4. przekazanie fizykom medycznym podstawowej wiedzy z zakresu medycznych aspektów diagnostyki wykorzystującej sygnały elektryczne i magnetyczne do prawidłowej komunikacji z lekarzem,
5. przedstawienie technik rejestracji i przetwarzania sygnałów,
6. przedstawienie metod statystycznych wykorzystywanych w diagnostyce wykorzystującej sygnały elektryczne i magnetyczne.

Treści kształcenia

1. Metody analizy i pomiaru sygnałów losowych.
2. Zjawiska jonowe w komórkach nerwów i mięśni. Powstawanie różnicy potencjałów w poprzek błony aktywnej. Teoria Hodgina Huxleya.
3. Propagacja pobudzenia elektrycznego. Przewodnictwo skokowe. Przewodnictwo synaptyczne i potencjały postsynaptyczne. Transmisje w zespołach neuronów.
4. Zjawiska elektryczne w komórkach mięśniowych. Sterowanie mięśniami.
5. Zjawiska elektryczne w narządach zmysłów. Aktywna transdukcja bodźca. Mechanizmy zapewniające wysoką czułość i rozdzielczość.
6. Przewodnictwo objętościowe. Właściwości elektryczne tkanki i ich wpływ na potencjały mierzone w różnych reżimach eksperymentalnych.
7. Elementy analizy sygnałów stochastycznych.
8. Powstawanie i rejestracja sygnałów elektrycznych i magnetycznych.
9. Modelowanie aktywności neuronów. Teoria Freemana.
10. Sieci neuropodobne. Neurony formalne. Modele pamięci. Sieci wielowarstwowe – metoda propagacji wstecznego błędu.

Oczekiwane wyniki kształcenia

W wyniku realizacji treści kształcenia fizyk medyczny powinien:

1. Posiadać wiadomości o technikach diagnostycznych, w których wykorzystywane są sygnały elektryczne i magnetyczne.
2. Posiadać praktyczne umiejętności pomiaru sygnałów elektrycznych.
3. Posiadać praktyczne umiejętności pomiaru sygnałów magnetycznych.
4. Posiadać podstawowe umiejętności analizy sygnałów elektrycznych i magnetycznych.
5. Umieć komunikować się z lekarzem, specjalistą z zakresu diagnostyki opartej na pomiarach sygnałów elektrycznych i magnetycznych.

Wskazówki metodyczne dotyczące realizacji programu modułu

Czas realizacji:	40 godzin
Formy zajęć:	wykłady, ćwiczenia indywidualne i grupowe, uczestnictwo w pracy przy pomiarach elektrycznych i magnetycznych,
Sposób zaliczenia:	zaliczenie z treści teoretycznych,
Wykładowcy:	fizycy medyczni, lekarze zajmujący się diagnozowaniem z wykorzystaniem sygnałów elektrycznych i magnetycznych.

Wykaz niezbędnych pomocy dydaktycznych

Rzutnik foliogramów, rzutnik przeźroczy, sprzęt do prezentacji multimedialnych, tablica, urządzenia diagnostyczne + urządzenia diagnostyczne (w których wykorzystywane są sygnały bioelektryczne i biomagnetyczne);

Piśmiennictwo

1. Bendat J. S., Piersol A. G.: Metody analizy i pomiaru sygnałów losowych. PWN, 1976.
2. Hryniewicz A., Rokita E., red.: Fizyczne metody diagnostyki i terapii. PWN Warszawa 2000.
3. Niedermeyer E., daSilva F. L.: Electroencephalography Basic Principles, Clinical Applications and Related Fields. Williams and Wilkins, 1993.
4. Nunez P. Electric fields of the brain., Oxford University Press, 1981.
5. Pawlicki G., Pałko T., Golnik N., Gwiazdowska B., Królicki L., red.: Fizyka medyczna. Warszawa: Akademicka Oficyna Wydawnicza Exit; 2002.

MODUŁ 10 - Statystyczna analiza danych

Cele kształcenia

Celem modułu jest:

1. przekazanie wiedzy z zakresu statystycznej analizy danych,
2. przekazanie fizykom medycznym teoretycznych i praktycznych umiejętności przedstawiania, przekształcania i oceny wyników pomiarów,
3. zapoznanie fizyków medycznych ze specyfiką statystycznej analizy danych medycznych,
4. zapoznanie fizyków medycznych z elementami epidemiologii.

Treści kształcenia

1. Elementy rachunku prawdopodobieństwa.
2. Rachunek błędów. Wyrażanie niepewności pomiaru.
3. Metoda najmniejszych kwadratów.
4. Testy istotności.
5. Analiza korelacji i regresji.

6. Funkcje dyskryminacyjne.
7. Metody statystyczne w medycynie.
8. Przygotowanie badań klinicznych.
9. Elementy epidemiologii

Oczekiwane wyniki kształcenia

W wyniku realizacji treści kształcenia fizyk medyczny powinien:

1. znać i umieć się posługiwać podstawową wiedzą z zakresu statystyki matematycznej,
2. znać dobrze rachunek błędów i umieć go stosować do wyników doświadczeń,
3. umieć pomóc lekarzowi w opracowaniu wyników badań medycznych,
4. umieć pomóc lekarzowi w przygotowaniu badań klinicznych i epidemiologicznych.

Wskazówki metodyczne dotyczące realizacji programu modułu

Czas realizacji:	40 godzin
Formy zajęć:	wykłady, ćwiczenia,
Sposób zaliczenia:	kolokwium zaliczenie z treści teoretycznych i umiejętności zastosowania rachunku błędów,
Wykładowcy:	statystycy, fizycy.

Wykaz niezbędnych pomocy dydaktycznych

Rzutnik foliogramów, rzutnik przeźroczy, sprzęt do prezentacji multimedialnych, tablica

Piśmiennictwo

1. Brandt S.: Analiza danych-Metody statystyczne i obliczeniowe (tyt. oryg. Data analysis. Statistical and Computational Methods for Scientists and Engineers, tłum. L.Szymanowski). Warszawa: Wydawnictwa Naukowe PWN; 2002.
2. Międzynarodowe Biuro Miar (BIPM), Międzynarodowa Komisja Elektrotechniczna (IEC), Międzynarodowa Organizacja Normalizacyjna (ISO), Międzynarodowa Organizacja Metrologii Prawnej (OIML). Wyrażanie niepewności pomiaru-Przewodnik. Warszawa: Główny Urząd Miar; 1999.
3. Nowak R.: Statystyka dla fizyków. Warszawa: Wydawnictwa Naukowe PWN; 2002.
4. Nowak R.: Statystyka dla fizyków-Ćwiczenia. Warszawa: Wydawnictwa Naukowe PWN; 2002.

MODUŁ 11 - Zagadnienia prawno-organizacyjne

Cele kształcenia

Celem modułu jest:

1. zapoznanie fizyka medycznego z podstawowymi aktami prawnymi regulującymi działalność przedstawicieli zawodów niemedycznych w medycynie,
2. przekazanie umiejętności analizy aktów prawnych,
3. przekazanie podstawowej umiejętności pisania aktów prawnych,

4. rozwinięcie zdolności kierowniczych,
5. przygotowanie do wdrożenia systemów zarządzania jakością.

Treści kształcenia

1. Dokumenty prawne obowiązujące w Polsce;
 - Prawo Atomowe,
 - rozporządzenia Ministra Zdrowia dotyczące bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego,
 - inne akty prawne związane z działalnością przedstawicieli zawodów nie medycznych w medycynie.
2. Zalecenia krajowe dotyczące fizyków medycznych.
3. Organizacja pracy w jednostkach stosujących promieniowanie jonizujące.
4. Obowiązujące normy Polskiego Komitetu Normalizacyjnego dotyczące fizyki medycznej
5. Zarządzanie jakością.

Oczekiwane wyniki kształcenia

W wyniku realizacji treści kształcenia fizyk medyczny powinien:

1. znać akty prawne regulujące działalność przedstawicieli zawodów niemedycznych w medycynie,
2. rozumieć akty prawne,
3. umieć przygotować schematy organizacyjne, regulaminy pracy, technologiczne instrukcje pracy itp.,
4. znać podstawowe założenia systemów zarządzania jakością,
5. umieć zorganizować audyt jakości w zakładzie fizyki medycznej.

Wskazówki metodyczne dotyczące realizacji programu modułu

Czas realizacji:	30 godzin,
Formy zajęć:	wykłady, ćwiczenia,
Sposób zaliczenia:	kolokwium zaliczenie treści teoretycznych, przygotowanie opisu procesu, procedury i instrukcji,
Wykładowcy:	fizycy medyczni, specjaliści od systemów zarządzania jakością, prawnicy.

Wykaz niezbędnych pomocy dydaktycznych

Rzutnik foliogramów, rzutnik przeźroczy, sprzęt do prezentacji multimedialnych, tablica

Piśmiennictwo

1. Ustawa Prawo Atomowe.
2. Rozporządzenie Ministra Zdrowia o bezpiecznym stosowaniu promieniowania jonizującego.
3. Normy ISO.

3 - STANDARDY KSZTAŁCENIA SPECJALIZACYJNEGO W FIZYCE MEDYCZNEJ

A) Kadra dydaktyczna

Kadra wykładowców powinna rekrutować się spośród fizyków, fizyków medycznych, lekarzy, radioterapeutów, radiobiologów i prawników. Osoby koordynujące staże kierunkowe powinny mieć wykształcenie odpowiadające ich tematyce. Wykłady i powiązane z nimi ćwiczenia rachunkowe i praktyczne powinny prowadzić osoby o głębokiej znajomości przedmiotu - na poziomie akademickim. Liczba osób prowadzących zajęcia dydaktyczne i staże kierunkowe powinna być dostosowana do liczby specjalizujących się.

Kierownikiem specjalizacji powinna być osoba związana z fizyką medyczną z wykształceniem uniwersyteckim lub wyższym technicznym, zalecane jest, aby w początkowym okresie kierownikiem specjalizacji była osoba z tytułem profesora, a w dalszym okresie z tytułem specjalisty.

Osoby realizujące poszczególne moduły kształcenia

Moduł 1 – Wykładowcy:	lekarze,
Moduł 2 – Wykładowcy:	radiobiolog, lekarz radioterapeuta,
Moduł 3 – Wykładowcy:	fizycy,
Moduł 4 - Wykładowcy:	pracownicy z Centralnego Laboratorium Ochrony Radiologicznej lub uzgodnieni z CLOR,
Moduł 5 - Wykładowcy:	fizycy medyczni, lekarze radioterapeuci,
Moduł 6 – Wykładowcy:	fizycy medyczni, lekarze radioterapeuci,
Moduł 7 – Wykładowcy:	fizycy medyczni, lekarze odpowiednich specjalności,
Moduł 8 – Wykładowcy:	fizycy medyczni, lekarze ze specjalnością z diagnostyki,
Moduł 9 – Wykładowcy:	fizycy medyczni, lekarze zajmujący się diagnozowaniem z wykorzystaniem sygnałów elektrycznych i magnetycznych,
Moduł 10 – Wykładowcy:	statystycy, fizycy,
Moduł 11 – Wykładowcy:	fizycy medyczni, specjaliści od systemów zarządzania jakością, prawnicy.

B) Baza dydaktyczna – zajęcia dydaktyczne i staże kierunkowe.

Kształcenie specjalizacyjne powinno odbywać się na poziomie akademickim w szpitalach spełniających wymagania kadrowe i lokalowe (posiadających sale wykładowe i ćwiczeniowe, laboratoria) oraz stosownie wyposażone aparaturowo (sprzęt audiowizualny i komputerowy, aparatura diagnostyczna i pomiarowa etc.).

Wykaz niezbędnych środków dydaktycznych wymaganych do realizacji poszczególnych modułów nauczania

Moduł 1	Rzutnik foliogramów, rzutnik przeźroczy, sprzęt do prezentacji multimedialnych, tablica.
Moduł 2	Rzutnik foliogramów, rzutnik przeźroczy, sprzęt do prezentacji multimedialnych, tablica, pracownia mikroskopowa.

- Moduł 3 Rzutnik foliogramów, rzutnik przeźroczy, sprzęt do prezentacji multimedialnych, tablica, tablice okresowe pierwiastków.
- Moduł 4 Przyrządy dozymetryczne stosowane w ochronie radiologicznej, rzutnik foliogramów, rzutnik przeźroczy, sprzęt do prezentacji multimedialnych, tablica.
- Moduł 5 Urządzenia terapeutyczne i wspomagające leczenie, systemy planowania leczenia, urządzenia dozymetryczne, rzutnik foliogramów, rzutnik przeźroczy, sprzęt do prezentacji multimedialnych, tablica.
- Moduł 6 Urządzenia terapeutyczne i wspomagające leczenie, systemy planowania leczenia, urządzenia dozymetryczne, rzutnik foliogramów, rzutnik przeźroczy, sprzęt do prezentacji multimedialnych, tablica, systemy planowania leczenia.
- Moduł 7 Urządzenia terapeutyczne i wspomagające leczenie, rzutnik foliogramów, rzutnik przeźroczy, sprzęt do prezentacji multimedialnych, tablica + urządzenia terapeutyczne i wspomagające leczenie.
- Moduł 8 Urządzenia diagnostyczne, aparatura do kontroli jakości, rzutnik foliogramów, rzutnik przeźroczy, sprzęt do prezentacji multimedialnych, tablica, + urządzenia diagnostyczne (RTG, TK, NMR, USG, termografia), aparatura do kontroli jakości.
- Moduł 9 Rzutnik foliogramów, rzutnik przeźroczy, sprzęt do prezentacji multimedialnych, tablica, urządzenia diagnostyczne + urządzenia diagnostyczne, (w których wykorzystywane są sygnały bioelektryczne i biomagnetyczne).
- Moduł 10 - Rzutnik foliogramów, rzutnik przeźroczy, sprzęt do prezentacji multimedialnych, tablica.
- Moduł 11 - Rzutnik foliogramów, rzutnik przeźroczy, sprzęt do prezentacji multimedialnych, tablica.

Praktyki i staże kierunkowe powinny odbywać się w ośrodkach dysponujących nowoczesną aparaturą. W związku z faktem, że nie ma w Polsce szpitali wyposażonych wszechstronnie należy przewidzieć możliwość odbywania praktyk w kilku szpitalach, nawet w ramach tego samego modułu (np. brachyterapia i terapia otwartymi źródłami promieniowania). W szczególnych przypadkach należy przewidzieć możliwość odbywania praktyki w ośrodkach poza szpitalnych (instytuty, wyższe uczelnie), lecz współpracujących ze szpitalami. Dotyczy to takich technik, które nie znalazły jeszcze szerokiego zastosowania szpitalnego (np. biomagnetyzm, elementy biocybernetyki).

Istotną rolę w realizacji kształcenia spełniać będą kursy organizowane przez jednostki kształcące.

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

Kolejne etapy programu specjalizacji w fizyce medycznej realizowane są w 11 modułach nauczania i 6 stażach kierunkowych. Główną formą zajęć w ramach modułów są wykłady, ćwiczenia, ćwiczenia rachunkowe i pomiarowe, kursy specjalizacyjne. Staże kierunkowe to przede wszystkim uczestnictwo w pracach np. Zakładu Radioterapii i Zakładu Fizyki Medycznej. W toku realizacji programu specjalizacji przewiduje się następujące formy sprawdzania efektów nauczania:

a) Ocena bieżąca – zaliczanie poszczególnych modułów; formę zaliczenia modułów określa prowadzący zajęcia w porozumieniu z kierownikiem specjalizacji. Zaliczenie może być realizowane w postaci kolokwium, testu, pracy tematycznej, wykonania zadanych obliczeń, wykazania się umiejętnościami praktycznymi np. z dozymetrii lub też poprzez wykonanie innej określonej pracy.

b) Ocena końcowa - egzamin kończący specjalizację 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. Wymagania będące podstawą egzaminu ustala Centrum Egzaminów Medycznych.

D) Wewnętrzny system oceny jakości kształcenia

W poszczególnych jednostkach kształcących dokonywana będzie ocena i analiza zdobywanych wiadomości i umiejętności na podstawie informacji zbieranych od osób specjalizujących się i osób prowadzących zajęcia za pomocą ankiety lub innego narzędzia. W wyniku tej analizy w miarę potrzeby korygowany i doskonalony będzie proces kształcenia specjalizacyjnego w szczególności tematyka zajęć i sposoby ich prezentacji.

Fizyka medyczna jest dziedziną szybko rozwijającą się, dlatego program specjalizacji także podlegać będzie okresowej ewaluacji i niezbędnym uzupełnieniom, w uzgodnieniu z CMKP, które koordynuje i nadzoruje proces kształcenia.