

KVALIFIKAČNÍ STANDARD PŘÍPRAVY NA VÝKON ZDRAVOTNICKÉHO POVOLÁNÍ RADIOLOGICKÝ TECHNIK

Ministerstvo zdravotnictví ve spolupráci s Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy vydává v souladu s ustanovením § 21 ve spojení s § 2 písm. d) zákona č. 96/2004 Sb., o podmínkách získávání a uznávání způsobilosti k výkonu nelékařských zdravotnických povolání a k výkonu činností souvisejících s poskytováním zdravotní péče a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů (dále jen zákon č. 96/2004 Sb.) a ustanovením § 3 a § 20 vyhlášky č. 39/2005 Sb., kterou se stanoví minimální požadavky na studijní programy k získání odborné způsobilosti k výkonu nelékařského zdravotnického povolání, ve znění pozdějších předpisů, kvalifikační standard přípravy na výkon zdravotnického povolání radiologický technik v akreditovaném zdravotnickém bakalářském studijním programu pro přípravu radiologických techniků, v němž se specifikují podrobněji minimální požadavky na výše uvedený studijní program. Cílem je, aby absolventi daného programu byli odpovídajícím způsobem připraveni k výkonu zdravotnického povolání **radiologický technik**.

Ministerstvo zdravotnictví společně s Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy doporučuje vysokým školám¹ pro získání souhlasu Ministerstva zdravotnictví podle zákona o vysokých školách¹, se tímto kvalifikačním standardem při přípravě studijního programu řídit.

Název studijního programu/:

- Radiologická technika

Forma studia²:

- v akreditovaném bakalářském studijním programu: prezenční, kombinovaná

I. Cíle studijního programu

1. Studijní program radiologická technika připravuje studenty na výkon zdravotnického povolání. Teoretická i praktická výuka se zaměřuje na získání teoretických znalostí a praktických dovedností potřebných pro podporu fyzikálně-technického provozu na pracovištích radiodiagnostiky a intervenční radiologie, nukleární medicíny a radiační onkologie. Součástí

¹ Zákon č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů.

² § 44 odst. 4 zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů.

vzdělávání jsou i předměty zdravotnického základu³.

2. Studijní program radiologická technika připravuje absolventy na práci ve zdravotnictví, jejíž součástí je znalost právních předpisů v oblasti poskytování zdravotních služeb a zdravotní péče v České republice a v oblasti radiační ochrany a nakládání se zdroji ionizujícího záření ve zdravotnictví.
3. Studijní program radiologická technika umožní absolventům pokračovat v dalších formách celoživotního vzdělávání.

II. Cíle studia

1. Cíle týkající se přímého vztahu k radiologické technice

- 1.1 Absolvent/ka bude schopen/schopna vykonávat činnosti radiologického technika na pracovištích radioterapie, nukleární medicíny a radiodiagnostiky a intervenční radiologie v souladu s činnostmi stanovenými platnými právními předpisy⁴.
- 1.2 Absolvent/ka bude schopen/schopna spolupracovat s ostatními lékařskými i nelékařskými pracovníky pracujícími v oboru radioterapie, nukleární medicíny a radiodiagnostiky a intervenční radiologie.

2. Cíle týkající se rozvoje profese radiologický technik

- 2.1 Absolvent/ka bude schopen/schopna na základě svých vědomostí a dovedností přispívat ke zvyšování prestiže a postavení radiologického technika ve společnosti a podporovat profesi radiologického technika.
- 2.2 Absolvent/ka bude znát aktuální stav přístrojového vybavení v oborech radiologické fyziky v České republice a bude seznámen/a s moderními metodami zabezpečování jakosti zdrojů ionizujícího záření používaného v oblasti lékařského ozáření.
- 2.3 Absolvent/ka bude schopen/schopna v oblasti radiologické techniky vykonávat výzkumnou činnost samostatně nebo se podílet na výzkumné činnosti ve větším multidisciplinárním týmu, prezentovat její výsledky a aplikovat je do své práce.

3. Cíle týkající se získání znalostí právního řádu v oblasti poskytování zdravotních služeb

- 3.1 Absolvent/ka se bude orientovat v právním řádu České republiky, který upravuje poskytování zdravotních služeb a kompetence státní správy v oblasti organizace zdravotních služeb.
- 3.2 Absolvent/ka bude chápat úlohu mezinárodních organizací zabývajících se ochranou zdraví, a radiační ochranou při lékařském ozáření.

³ § 3, 20 vyhlášky č. 39/2005 Sb., kterou se stanoví minimální požadavky na studijní programy k získání odborné způsobilosti k výkonu nelékařského zdravotnického povolání, ve znění pozdějších předpisů.

⁴ § 21 vyhlášky č. 55/2011 Sb. o činnostech zdravotnických pracovníků a jiných odborných pracovníků.

III. Profil absolventa studijního programu

Absolvent/ka studijního oboru Radiologická technika bude schopen/schopna vykonávat zdravotnické povolání radiologického technika dle § 21 zákona č. 96/2004 Sb. a praktické činnosti nezbytné v profesi radiologického technika v souladu s § 21 vyhlášky č. 55/2011 Sb., o činnostech zdravotnických pracovníků a jiných odborných pracovníků, ve znění pozdějších předpisů. Při těchto činnostech bude využívat znalostí z oblasti medicínského základu, základních teoretických znalostí a praktických dovedností z radiologické fyziky v souvislosti s využitím záření v medicíně.

Díky získané odbornosti bude schopen/schopna rozumět základním fyzikálním principům činnosti zdrojů a detektorů ionizujícího záření, zpracovávat a interpretovat získaná data. Jeho/její úlohou v rámci fyzikálních pracovních týmů bude podpora práce radiologických techniků.

V oblasti kontrol kvality zdrojů a detektorů ionizujícího záření bude odborníkem schopným dohlížet nad prováděním kontrol a školit v jejich provádění příslušné zdravotnické pracovníky.

Absolvent/ka bude schopen/schopna odborně komunikovat s lékaři a dalšími zdravotnickými pracovníky při řešení teoretických i praktických problémů v oblastech radioterapie, nukleární medicíny a radiodiagnostiky a intervenční radiologie.

IV. Podmínky odborného vzdělávání

1. Vstupní podmínky

Ke studiu může být přijat/a uchazeč/ka, který/á úspěšně ukončil/a střední vzdělání s maturitní zkouškou a splnil/a podmínky přijímacího řízení vysoké školy (zákon č. 111/1998 Sb.).

2. Průběžné podmínky

Povinnosti, které musí student/ka splnit v průběhu studia, stanovuje studijní program a studijní plán, které jsou v souladu se zkušebním a studijním řádem vysoké školy¹,

3. Výstupní podmínky, ukončování studia⁵

Způsob a podmínky kontroly studia a ukončení studia vymezují studijní program, studijní plán, studijní a zkušební řád vysoké školy¹.

3.1 Podmínkou řádného ukončení studia je dosažení cílů studijního programu, získání předepsaného počtu kreditů v předepsané skladbě (tj. předměty povinné, povinně volitelné a volitelné) a splnění předepsaných studijních povinností do doby dané maximální možnou délkou studia.

3.2 Vysokoškolské vzdělávání se řádně ukončuje státní závěrečnou zkouškou, která se skládá z:

- obhajoby bakalářské práce
- prezentace písemných posudků vedoucího práce a alespoň jednoho oponenta s návrhy klasifikace práce
- ústní části zkoušky z předmětů obecného základu a předmětů odborného zaměření

⁵ § 55 zákona č. 111/1998 Sb., zákon o vysokých školách, ve znění pozdějších předpisů, a § 101, §102 a § 103 zákona č. 561/2004 Sb., školský zákon ve znění pozdějších předpisů

Předměty obecného základu:

- základy radiologické fyziky v radioterapii
- základy radiologické fyziky v radiodiagnostice a intervenční radiologii
- základy radiologické fyziky v nukleární medicíně

Součástí těchto předmětů je i klinická dozimetrie v každém z oborů (radioterapie, radiodiagnostika a intervenční radiologie, nukleární medicína).

Z předmětů odborného zaměření vybírá uchazeč jeden, ze kterého skládá ústní zkoušku. Předmět se musí vztahovat k činnostem, které vykonává radiologický technik, a spadá do oblasti:

- jaderná a radiační fyzika
- dozimetrie
- detektory ionizujícího záření
- radiační ochrana

Počty hodin v následujících tabulkách udávají minimální celkový počet hodin teoretické (přednášky a cvičení) či praktické (odborné praxe a praktikum) výuky za celou dobu bakalářského studia.

Povinné okruhy pro základní předměty – kategorie A

Znalosti z oborů a věd tvořících základ pro radiologickou techniku

Doporučený název předmětu:	Minimální počet hodin
Předměty matematického základu (matematická analýza, lineární algebra, matematická statistika, numerické metody)	180
Předměty fyzikálního základu (mechanika, elektřina a magnetismus, speciální teorie relativity, základy fyzikálních měření)	360
Jaderná a radiační fyzika	90
Dozimetrie, detektory ionizujícího záření a elektronika	270
Lékařská informatika a programování	100
Radiobiologie	25
Základy radiologické fyziky v radioterapii	39
Základy radiologické fyziky v radiodiagnostice a intervenční	39
Základy radiologické fyziky v nukleární medicíně	39
Radiační ochrana	50
Další zobrazovací metody (magnetická rezonance a ultrazvuk)	25
CELKEM	1 217

Povinné oborové předměty – kategorie A **Znalosti předmětů zdravotnického základu**

Doporučený název předmětu:	Minimální počet hodin
Předměty zdravotnického základu (anatomie, fyziologie, systém řízení jakosti ve zdravotnictví, etika ve zdravotnictví, základy první pomoci, klinická propedeutika, legislativa ve zdravotnictví)	165
CELKEM	165

Odborná praxe

Předměty odborné praxe:	Minimální počet hodin⁶
Praxe z radiologické fyziky v radioterapii	80
Praxe z radiologické fyziky v radiodiagnostice a intervenční radiologii	80
Praxe z radiologické fyziky v nukleární medicíně	80
Praxe z dozimetrie a fyzikálních měření	60
CELKEM	300

Uspořádání praxí v průběhu studia je v kompetenci vzdělavatele.

Délka jedné hodiny odborné praxe v podmínkách poskytovatele zdravotních služeb je 60 minut. Délka cvičení v běžné praktické výuce je min. 45 minut.

Povinně volitelné předměty – kategorie B

Povinně volitelné předměty vhodně rozšiřují soubor povinných předmětů, rozšiřují znalosti a dovednosti studentů v oboru.

Lze je stanovit podle nabídky jednotlivých fakult – hodinová dotace se přednostně využije pro disciplíny mající přímou souvislost se studijním zaměřením (fyzika, matematika, programování, modelování).

Volitelné předměty – kategorie C

Volitelné předměty vhodně doplňují nabídku povinných a povinně volitelných předmětů, doplňují znalosti a dovednosti studentů v oboru.

Lze je stanovit podle nabídky jednotlivých fakult – hodinovou dotaci se doporučuje přednostně využít pro disciplíny mající přímou souvislost se studijním zaměřením.

Předměty standardu oboru radiologický technik jsou v souladu s požadavky vyhlášky č. 39/2005 Sb.

⁶ za praktické vyučování poskytující dovednosti a znalosti ve fyzikálním měření a práci s přístrojovou technikou dle § 20 odst. 3 písm. c) vyhlášky č. 39/2005 Sb., ve znění pozdějších předpisů, lze považovat i praktické vyučování ve zdravotnických zařízeních zaměřených na oblast radioterapie, nukleární medicíny a radiodiagnostiky a intervenční radiologie, pokud se jeho náplň zabývá fyzikálním měřením a prací s přístrojovou technikou.

Povinné základní předměty – kategorie A
Znalosti z oborů a věd tvořících základ pro radiologickou techniku

Všechny níže uvedené anotace okruhů jsou závazné pro vytvoření studijního plánu a jednotlivých předmětů. Cíle, obsahová zaměření a seznam literatury zpracuje a předkládá samostatně vysoká škola¹ v rámci akreditačního řízení.

Název studijního okruhu:

PŘEDMĚTY MATEMATICKÉHO ZÁKLADU

Obecné matematické předměty na technických vysokých školách, minimálně však musí být zahrnuty oblasti matematiky: matematická analýza, lineární algebra, numerické metody.

Název studijního okruhu:

MATEMATICKÁ STATISTIKA

Charakteristiky běžných statistických rozdělání (normální, log-normální, Studentovo t, Poissonovo). Způsoby vyjadřování nejistot při měření dat a jejich zpracování (přístup GUM). Použití kvantitativních statistických metod pro interpretaci dat a jejich zpracování, včetně výpočtu konfidenčních intervalů, kombinovaných nejistot, korelace, regrese, testování hypotéz a zhodnocení vlivu velikosti vzorku. Specifické techniky vhodné pro konkrétní oblasti v radiologické fyzice.

Název studijního okruhu:

PŘEDMĚTY FYZIKÁLNÍHO ZÁKLADU

Obecné fyzikální předměty na technických vysokých školách, minimálně však musí být zahrnuty oblasti fyziky: mechanika, elektřina a magnetismus, speciální teorie relativity.

Název studijního okruhu:

ZÁKLADY FYZIKÁLNÍCH MĚŘENÍ

Spektroskopie/spektrometrie (včetně MRS – magnetic resonance spectroscopy, a EPR – electron paramagnetic resonance), specifikace měřidel včetně správnosti, přesnosti, SNR – signal to noise ratio, rozsahu měření, rozlišení, spolehlivosti (opakovatelnost, reprodukovatelnost, konzistentnost, stabilita, robustnost), senzitivita, specifická, linearita, čas odezvy, systematické chyby měření. Zpracování velkého množství dat. Mechanická měřidla (poloha, rychlost, síla, tlak, zvuk a ultrazvuk), měřidla teploty, elektrických a magnetických polí, napětí.

Název studijního okruhu:

JADERNÁ A RADIAČNÍ FYZIKA

Vlastnosti ionizujícího záření (elektromagnetické, elektrony, ionty, neutrony) a dalších fyzikálních činitelů (elektrická energie, statická elektrická/magnetická pole ve zdravotnictví). Vlastnosti základních částic (hmotnost, náboj, spin), anihilace, formy energie a typy sil v přírodě, vlastnosti částic. Struktura atomu a jádra, modely jádra, izotopy, izobary. Jaderné a elektronové energetické hladiny, ionizace, jaderné izomery, Augerův jev. Stabilita jader, druhy radioaktivní přeměny (alfa, beta plus, beta minus, gama, izomery, elektronový záchyt, vnitřní konverze), přeměnová schémata, spektra gama a beta přeměny, přeměna a rovnice sekulární/dočasné rovnováhy. Hlavní typy jaderných

reakcí, včetně fotojaderných. Vlastnosti neutronových svazků (včetně zpomalení a zeslabení). Kvantitativní a detailní popis interakcí ionizujícího záření s neživou a živou hmotou (včetně absorpce a deponice energie) včetně interakcí mezi elektrony a orbitálními elektrony, elektrony a jádrem. Brzdná schopnost, hmotnostní brzdná schopnost, zeslabení elektronových svazků. Fotoelektrický jev, Rayleighův a Comptonův rozptyl, produkce párů a změny v účinných průřezích a úhlových distribucích rozptýlených fotonů a sekundárních elektronů v závislosti na fotonové energii, atomovém čísle a hustotě zeslabujícího materiálu, kerma, koeficienty zeslabení. Interakce protonů a těžkých nabitých částic (brzdná schopnost, Betheho formule, Braggův pík, dosah). Interakce neutronů včetně aktivace. Statistika jaderné přeměny. Svazky záření, charakteristiky radiačních polí ve vzduchu a v tkáni.

Název studijního okruhu:

DOZIMETRIE

Přímo a nepřímé ionizující záření, dozimetrické veličiny (včetně jednotek a jejich vzájemných vztahů) používaných pro zhodnocení přínosných nebo nežádoucích biologických účinků ionizujícího záření (ICRU 85, 2011). Vztah mezi různými dozimetrickými veličinami (fluence energie, kerma a absorbovaná dávka pro fotonové svazky včetně konceptu rovnováhy nabitých částic). Operační veličiny (včetně jednotek a vzájemných vztahů) používaných v osobní dozimetrii a pro monitorování prostředí pro zevní fotonové záření. Metody jejich měření/výpočtu. Metrologie (kalibrace v kalibrační laboratoři a in-situ, návaznosti, primární a sekundární etalony, ověření přístrojů). Klinická dozimetrie v radioterapii – národní a mezinárodní (IAEA) protokoly pro stanovení absorbované dávky ve vodě či voděkvivalentních fantomech pro fotonové, elektronové, protonové svazky a svazky těžkých nabitých částic s použitím různých typů detektorů (ionizační komory, diody, filmy, TLD). Způsoby in-vivo dozimetrie a vhodné detektory k in-vivo dozimetrii v radioterapii. Kalibrační řetězec pro detektory používané v radiační onkologii. Koncepty in-vivo dozimetrie pro nabitě ionizující záření včetně metod ověření dosahu částic s použitím PET. Doporučené metody pro stanovení referenčního kermového příkonu (RAKR) a kermové vydatnosti pro LDR/HDR/PDR zdroje v brachyterapii. Význam, charakteristiky, výhody a nevýhody detektorů použitých pro stanovení referenčního kermového příkonu v brachyterapii. Dozimetrie v nereferenčních podmínkách (např. při prodloužené SSD, či mimo osu svazku záření). Koncepty a metody relativní dozimetrie: dávková distribuce na ose svazku záření ve vodě, faktory velikosti pole (efekty rozptylu v hlavici ozařovače a ve fantomu, závislost na ozařovacích parametrech), 3D dávková distribuce, profily svazku (oblast polostínu, homogenita, symetrie), vliv modifikátorů svazku jako jsou pevné (fyzikální) a virtuální (dynamické, motorizované) klíny, kompenzátory a bolusy. Klinická dozimetrie v radiodiagnostice a intervenční radiologii - použití dávkových veličin a indexů pro měření na fantomech a na pacientech, přístroje používané pro dozimetrii – ionizační komory, polovodičové detektory, KAP-metry. Kalibrace přístrojů, navázání přístrojů. Referenční rtg svazky (RQR, RQA, RQT), korekční faktory. Integrovaná dozimetrie (gafchromické filmy, TLD) pro dozimetrii kůže pacientů, jejich kalibrace, korekční faktory. Klinická dozimetrie v nukleární medicíně (základní principy, MIRD, korekce – zeslabení, vliv pozadí, korekce na rozptyl, geometrii měření, použité stínění, kolimátory, mrtvá doba, efekt částečného objemu, další negativní jevy způsobené elektronikou; omezení metod, základní koncepty kompartmentové analýzy, výpočty absorbovaných dávek, počítačové kódy používané pro výpočet, určení kumulované aktivity z křivky závislosti aktivity na čase, regresní metody, kompartmentová analýza), přístroje používané pro dozimetrická měření (výhody a nevýhody jednotlivých typů, sondy, studnové ionizační komory, studnové scintilační detektory, gama kamery, PET kamery, hybridní systémy), kalibrace (kalibrační faktory, použité fantomy, nastavení a měření pro účely kvantifikace obrazů, vliv nastavení přístrojů na měření aktivity – energetická okna, kolimátory, délka měření, statistika; vliv rozložení měření v čase na výsledky – časové body měření pacientů).

Název studijního okruhu:

DETEKTORY ZÁŘENÍ

Teorie pevných látek s důrazem na polovodiče. Hlavní typy detektorů, módy jejich použití, odezva. Měřidla ionizujícího elektromagnetického záření (včetně vzduchem plněných detektorů, teorie dutiny, Braggův-Grayův princip, konverze náboje na absorbovanou dávku), polovodiče, scintilační-optické systémy (pevnolátkové a kapalinové), integrální dozimetrie – termoluminiscence, opticky stimulovaná luminiscence OSL, filmy včetně radiochromických, chemické a biochemické detektory. Vlastnosti detektorů (spektrum, výška pulzu, rozlišení energie, závislost měřených počtů impulzů na aktivitě vzorku / dávkovém příkonu a plató, detekční účinnost a energetická závislost, mrtvá doba, detekční práh a časové rozlišení. Výhody a nevýhody různých typů osobních a patientských dozimetrů a monitorů prostředí pro různé typy ionizujícího a neionizujícího záření včetně kritérií výběru (přesnost, správnost, nejistoty, linearita, závislost na dávkovém příkonu, energii a směru, prostorové rozlišení, velikost detektoru, efektivita odečtu, snadnost použití), management, kalibrace, návaznost (národní i mezinárodní), uživatelské protokoly (v případě dozimetrie záření včetně teorie dutiny).

Název studijního okruhu:

ELEKTRONIKA

Charakteristiky běžných elektronických komponent a integrovaných obvodů. Elektronické součástky použité v systémech detekce záření. Hlavní elektronické součástky použité pro získávání a zpracování signálu v detektorech ionizujícího záření (zesilovače, prvky tvarování svazku, diskriminátory, analyzátory výšky pulzu, čítače, koincidenční prvky, hradla). Klasifikace signálů, konverze na digitální formu, převodníky, zpracované signály (jako funkce času, prostorových souřadnic nebo obojího, pro kontinuální a pulsní signály).

Název studijního okruhu:

LÉKAŘSKÁ INFORMATIKA

Znalost pojmů lékařské informatiky jako jsou jednoznačný patientský identifikátor, zdravotní záznam a kódy nemocí, bezpečnostní aspekty a rizika spojená s používáním ICT v praxi radiologické techniky, řízení klinických procesů a postup pacienta těmito procesy z pohledu radiologické techniky, práce s nemocničními informačními systémy, radiologickými informačními systémy a systémy PACS, standardy HL7, IHE, DICOM, DICOM-RT a DASTA, nástroje pro práci s daty ve formátu DICOM (čtení hlavičky, zpracování pixeldat), základní znalosti počítačových sítí (použití ping, http, ftp, sftp) a způsobů propojení zdravotnických přístrojů, práce se systémy pro sledování dávky, legislativa týkající se zpracování zdravotnických dat.

Název studijního okruhu:

PROGRAMOVÁNÍ

Základy algoritmicke, operační systémy, základy programování v běžném programovacím jazyce s důrazem na práci s maticemi, aplikace numerických metod a zpracování velkého množství dat. Objekty, funkce, procedury.

Název studijního okruhu:

RADIOBIOLOGIE

Biologické modely pro přínosné a nežádoucí biologické účinky ionizujícího záření. Časné a pozdní

reakce na ozáření. Teratogenní a genetické účinky záření. Faktory ovlivňující velikost biologického účinku a jejich změny za účelem zlepšení klinických výstupů (radiobiologické modely, epidemiologie, mutagenese, karcinogeneze), účinky na kůži, katarakta oční čočky, křivky přežití, lineárně-kvadratický model, absorbovaná dávka, typy záření (radiobiologická účinnost, radiační váhový faktor), radiosenzitivita tkání (LET, RBE, tkáňový váhový faktor), dávkový příkon, přítomnost látek zvyšujících radiosenzitivitu, vztah dávky a účinku. Principy biologického monitorování a biologické dozimetrie.

Klinická radiobiologie v radioterapii: Modely poškození DNA, přežití buněk, opravy buněk a frakcionační schémata. Radiosenzitivita příslušných tkání a toleranční dávky zdravých tkání (tj. QUANTEC). Radiobiologický princip použití různých strategií léčby (frakcionace, dávkový příkon, zvýšení radiosenzitivity, reoxygenace) v radioterapii. Terapeutický poměr. Odezva na terapeutické dávky ze zdrojů rentgenova záření, elektronů, protonů a těžkých nabitých iontů na molekulární, buněčné, tkáňové a makroskopické úrovni pro tumory a zdravé tkáně.

Název studijního okruhu:

ZÁKLADY RADIOLOGICKÉ FYZIKY V RADIOTERAPII

Komponenty zobrazovacích systémů používaných v radioterapii. Význam, komponenty, výhody a nevýhody rentgenových ozařovačů pro radioterapii, kobaltových ozařovačů, lineárních urychlovačů (pro svazky s homogenizačním filtrem i bez něj) a dalších systémů pro megavoltážní terapii brzdným zářením, gama zářením či vysokoenergetickými elektronovými svazky (tomoterapie, lineární urychlovače na robotickém rameni, pojízdné urychlovače, zařízení pro intraoperační radioterapii, gama nůž, CyberKnife), cyklotrony a synchrotrony (protony a těžké nabitě částice) a pro afterloadingové systémy pro brachyterapii.

Fyzikální principy, možnosti a omezení různých ozařovacích technik externí radioterapie: 3D konformní radioterapie, rotační techniky (konformní rotační techniky, dynamické rotační techniky), nekoplanární ozařování. Význam a charakteristiky různých typů zobrazovacích zařízení v radioterapeutické ozařovně (EPID, kV-MV, CBCT, stereoskopické rentgenové zobrazovací systémy, CT v ozařovnách, magnetická rezonance, ultrazvuk). Geometrická přesnost zobrazovacích systémů využívaných v radiační onkologii. Význam a charakteristiky ozařovačů pro radioterapii protony a těžkými nabitými částicemi. Způsoby tvorby ozařovacího svazku protony a těžkými nabitými částicemi (pasivní, aktivní) včetně modulace intenzity a kompenzace pohybů orgánů. Význam plánovacích systémů (TPS), výpočet dávkové distribuce (včetně nástrojů BEV, DRR, DVH). Fyzikální a radiobiologické výhody protonů a těžkých nabitých částic a klinické indikace jejich použití. Terminologie při dozimetrii fotonových, elektronových a protonových svazků v radiační onkologii (tj. PDD, TMR, TPR, OAR). Definice referenčních podmínek pro fixní-SSD a izocentrické přístupy plánování radioterapie. Vztah dávky a účinku s ohledem na bezpečnost pacienta včetně uvážení fyzikálních a biologických aspektů, odezva tkání na záření na molekulární, buněčné a makroskopické úrovni. Principy a postupy plánování léčby a optimalizace dávky s využitím plánovacích systémů (včetně jejich omezení) pro pacienty podstupující léčbu fotonovými, elektronovými protonovými svazky a svazky těžkých nabitých částic (včetně speciálních technik jako je stereotaktické ozařování, IMRT, VMAT). Principy a postupy plánování léčby brachyterapií s využitím plánovacích systémů, algoritmy pro výpočet dávky (TG-43).

Komponenty hardware a software plánovacích systémů a přidružených standardů (DICOM, DICOM-RT). Zkoušky zdrojů (QC) ozařovačů používaných v externí radioterapii, brachyterapii, příslušných zobrazovacích systémů a plánovacích systémů. Dozimetrické audity. ICRU terminologie a doporučení pro definici cílových objemů (GTV, CTV, PTV, PRV), kritické orgány a specifikace dávek a objemů, volba bezpečnostních lemů včetně národních doporučení (ICRU 50, 62, 83). Klinická specifikace ozařovacích polí v externí radioterapii. Kvalita svazku v externí radioterapii pro fotonové svazky, parametry kvality svazku a dosahu u elektronových svazků. Různé zobrazovací modalitty (včetně PET/CT, PET/MRI a ultrazvuku) v různých fázích procesu radioterapie. Metody sledování pohybu orgánů při radioterapii. Použití CT simulátorů a virtuální simulace pro tvorbu ozařovacího plánu

a pro účely optimalizace. Vliv různého geometrického uspořádání svazků a zařízení pro modifikaci svazku (fyzikální a virtuální klíny, bloky, MLC, bolus) a vliv váhování příspěvků jednotlivých ozařovacích polí při tvorbě dávkové distribuce. Termín normalizace. IMRT techniky pro tvorbu optimalizovaných dávkových distribucí: IMRT při statickém rameni ozařovače (statické či dynamické MLC), rotační techniky IMRT (sériová a helikální tomoterapie, VMAT). 4D plánovací systémy. Adaptivní radioterapie. Radionuklidy a uzavřené zdroje používané v brachyterapii a jejich klinické použití. Permanentní a dočasné aplikace v brachyterapii. Matematické algoritmy pro výpočet dávky. Modely pre-planningu pro intrakavitární a intersticiální brachyterapii (GEC ESTRO, Manchesterský systém, Pařížský systém, dozimetrie s využitím obrazové informace). Záznamové a verifikační systémy v radioterapii.

Název studijního okruhu:

ZÁKLADY RADIOLOGICKÉ FYZIKY V RADIODIAGNOSTICE A V INTERVENČNÍ RADIOLOGII

Konstrukce rentgenového zařízení (rentgenový zdroj, generátor, ovladač), vznik rtg záření, rtg spektrum a jeho parametry, filtrace (základní a přídavná). Interakce rtg záření, součinitelé zeslabení, vznik rtg obrazu, způsoby zvýšení kontrastu, redukce rozptýleného záření. Receptory rtg obrazu (DR, CR, film, zesilovač obrazu) a jejich parametry (kvantová detekční účinnost, expoziční index), rekonstrukce obrazu, zpracování obrazu (postprocessing – redukce šumu, zvýraznění hran) a zobrazení (LUT tabulka, WW, WL). Fyzikální kvalita obrazu a její kvantitativní hodnocení (prostorové rozlišení, kontrast, šum, rozptylové funkce, MTF, SNR, CNR, DQE; rozlišení při vysokém a nízkém kontrastu, artefakty), tolerance pro jednotlivé zobrazovací modalit. Neostrost obrazu a její složky. Šum a jeho složky. Popis a specifika rtg zobrazovacích modalit (konstrukce systému, geometrie, expoziční parametry a jejich vliv na kvalitu obrazu a dávku pacientovi, používané receptory obrazu, expoziční automatika) – skiografie, mamografie (včetně digitální tomosyntézy a stereotaktických systémů), skiaskopie, a intervenční výkony (angiografie, DSA a další softwarové nástroje), CT (náběr dat – helikální, sekvenční); rekonstrukce obrazu – sinogram, zpětná projekce, filtrovaná zpětná projekce, iterativní rekonstrukce; CT číslo (HU), automatická modulace proudu, automatická volba napětí), CT perfúze, CT intervenční výkony, intraorální a ortopantomografické zobrazení, cone-beam CT, kostní denzitometrie, dual energy zobrazení. Dozimetrické veličiny – P_{KA} , K_i , K_e , střední dávka v mléčné žláze, $CTDI_{air}$, $CTDI_w$, $CTDI_{vol}$, P_{KL} , orgánová dávka, efektivní dávka. Kontrastní látky – pozitivní a negativní. Radiační ochrana pacientů a personálu na rtg pracovištích. Dozimetrie kůže pacientů. Stochastické účinky a tkáňové reakce v radiodiagnostice. Ozáření v těhotenství. Optimalizace vyšetření. Senzitivita a specifita, ROC analýza. Národní a místní diagnostické referenční úrovně, národní a místní radiologické standardy, indikační kritéria, klinické audit. Zkoušky dlouhodobé stability a provozní stálosti. Seznámení s příslušnými dokumenty – IAEA, ICRP, ICRU, AAPM, doporučení SÚJB.

Název studijního okruhu:

ZÁKLADY RADIOLOGICKÉ FYZIKY V NUKLEÁRNÍ MEDICÍNĚ

Vznik radionuklidů s použitím cyklotronů, reaktorů a generátorů. Fyzikální základy nukleární medicíny, výhody a nevýhody zobrazování v nukleární medicíně, silné stránky a omezení zobrazovacích přístrojů. Využití různých typů radioaktivních přeměn v nukleární medicíně.

Detektory ionizujícího záření v nukleární medicíně (popis funkce, pozadí, stabilita, reprodukovatelnost, minimální detekovatelné četnosti, energetické rozlišení, časové rozlišení, citlivost, prostorová rozlišovací schopnost, vlastnosti ovlivňující měření). Statistika při měřeních v nukleární medicíně.

Popis základních součástí jednotlivých zobrazovacích modalit. Fyzikální a technické základy zobrazovacích metod v nukleární medicíně (planární gama kamery, SPECT, PET, hybridní přístroje, dedikované přístroje). Analytické a iterativní rekonstrukce obrazu v nukleární medicíně.

Kontrola kvality (sondy, studnové scintilační detektory, studnové ionizační komory, gama kamery, SPECT, PET, hybridní systémy, dedikované systémy),

Kvalita obrazu (prostorové rozlišení, kontrast, šum, SNR). Vliv akvizičních a rekonstrukčních parametrů na kvalitu obrazu. Rozdíl mezi morfologickým a funkčním obrazem. Princip ALARA ve vztahu k bezpečnosti pacientů a optimalizaci dávek v nukleární medicíně. Využití hybridních systémů. Fyzikální parametry radionuklidů používaných pro kontroly kvality a jejich důsledky pro radiační ochranu.

Název studijního okruhu:

RADIAČNÍ OCHRANA

Tkáňové reakce a stochastické účinky. Zdroje vnitřního a vnějšího ozáření. Národní, evropské a mezinárodní organizace zabývající se radiační ochranou pacientů (ICRP, CNIRP, IAEA, EC, WHO, UNSCEAR), národní, evropská a mezinárodní doporučení o radiační ochraně při lékařském ozáření. Role ICRP v rozvoji dozimetrických formalismů, použití ICRP referenčního fantomu. Základní principy radiační ochrany (zdůvodnění, optimalizace, ALARA, limity, zabezpečení zdroje). Detektory v osobní dozimetrii. Radiační ochrana pracoviště a pracovníků v nukleární medicíně, radiodiagnostice a intervenční radiologii a radioterapii. Radiační ochrana těhotných a kojících pracovnic. Radiační ochrana žáků a studentů připravujících se na budoucí povolání zahrnující nakládání se zdroji ionizujícího záření. Definice a měření nebo výpočet operačních veličin (včetně jednotek a jejich vztahů) používaných v osobní dozimetrii. Radiační ochrana obyvatelstva. Radiační ochrana pacientů (včetně pediatrických pacientů) a osob doprovázejících pacienty k lékařskému ozáření, diagnostické referenční úrovně a radiologické standardy. Prevence radiologických událostí, analýza rizik a havarijní připravenost ve vztahu k oborům radiologické fyziky. Metody analýzy rizik (analýza kořenových příčin, analýza selhání a jejich dopadů). Vyhodnocování a evidence radiologických událostí. Výpočet stínění ozařoven, příslušenství a osobní ochranné pomůcky. Kontaminace a dekontaminace osob a prostředí v nukleární medicíně. ICRP/MIRD při stanovování dávek z interního ozáření. Snižování vnitřního ozáření pracovníků a obyvatelstva v nukleární medicíně. Metody snižování dávek ze zevního ozáření (vydatnost zdroje, expoziční časy, vzdálenost a stínění), praktická aplikace těchto principů v radiační ochraně pracovníků a obyvatelstva. Dohled nad dodržováním radiační ochrany. Veličiny pro monitorování dávky v radiační ochraně pracovníků a obyvatelstva. Operační veličiny osobního monitorování a monitorování pracoviště. Management použití uzavřených a otevřených radionuklidových zdrojů, včetně požadavků na jejich skladování, stínění, dokumentování a kontrolu. Požadavky na management a likvidaci radioaktivního odpadu a přepravu radioaktivních látek.

Název studijního okruhu:

MAGNETICKÁ REZONANCE A ULTRAZVUK

Detailní vysvětlení interakce neionizujícího elektromagnetického vlnění, statického elektrického a magnetického pole s neživou a živou tkání (absorpce a depozice energie): ultrazvuk (absorpce, odraz, rozptyl, akustická impedance, nelineární propagace), statické elektrické a magnetické pole, vysokofrekvenční pole (RF); optická radiace včetně laserů.

Vysvětlení základních principů MR (chování jader ve statickém magnetickém poli), vektor magnetizace a Larmorova frekvence, působení radiofrekvenčního pulzu, relaxační mechanismy a časy (T1, T2, T2*), magnetizace v rotující soustavě souřadné, kontrast v obraze MR, kontrastní látky pro MR, princip jejich funkce a aplikace.

Vysvětlení funkce základních komponent systému MR (magnet a jeho součásti, gradientní systém – maximální amplituda, slew-rate, linearita, vliv vířivých proudů; radiofrekvenční systém – vysílací/přijímací část, RF cívky; počítač a řídicí systém, význam jednotlivých komponent v klinickém zobrazování i výzkumných metodách).

Vysvětlení vzniku obrazu MR (prostorové kódování signálu, možnosti rychlého náběru k-prostoru, paralelní imaging).

Základní typy zobrazovacích sekvencí (spinové echo (SE), rychlé (turbo) SE; gradientní echo, inversion recovery, ultra rychlé sekvence).

Bezpečnostní aspekty MR (fyzikální efekty a interakce s živým organismem, možné důsledky; statické magnetické pole – hygienické limity; proměnné magnetické pole, souvislost se stimulací periferních nervů, hygienické limity; RF energie – SAR, hygienické limity; riziko spojené s implantáty a implantovanými přístroji).

Fyzikální princip ultrazvuku (definice mechanického vlnění; veličiny ultrazvukového pole – modul roztažnosti, harmonické vlny, harmonické kmity, intenzita ultrazvuku, radiační tlak; rychlost šíření UZ, akustická impedance; interakce vlnění s prostředím – odraz, lom, rozptyl, absorpce; lineární šíření ultrazvuku; nelineární šíření ultrazvuku).

Technické aspekty ultrazvukového zobrazení (piezoelektrický jev; diagnostické sondy; fokusace; elektronické zpracování UZ vlnění – PRP, PRF, TGC, dodatečné zpracování).

Zobrazovací módy pro diagnostické zobrazování (A mód; B mód – 2D, 3D, 4D; M mód; elastografie).

Kvalita 2D zobrazení (prostorové rozlišení – axiální, laterální, tloušťka řezu; kontrastní rozlišení – dynamický rozsah, SNR); compound imaging, spekle a jejich redukce; artefakty B módu).

Dopplerův jev (princip; technické aspekty; typy zobrazení – CW, PW, spektrální záznam, barevný doppler, power doppler; využití, limitace).

Harmonické zobrazení (princip, kontrastní harmonické zobrazení, PI, PM, PMPI; využití; výhody).

Kontrastní látky v ultrazvuku (definice; farmakokinetika; mechanický index).

Fúze UZ s další modalitou (princip detekce polohy UZ obrazu; možnost registrace UZ obrazu s další modalitou – manuální, automatické).

Biologické účinky ultrazvuku (mechanické účinky, tepelné účinky; bezpečné limity energetických hodnot při UZ vyšetřeních).

Název studijního okruhu:

ZÁKLADY METODOLOGIE VĚDECKÉHO VÝZKUMU

Vědecko-výzkumná činnost pod vedením školitele související s tvorbou bakalářské práce. Metodologie výzkumu, zpracování získaných dat, sestavení vlastního odborného textu.

Název studijního okruhu:

ANGLICKÝ JAZYK

Aktivní znalost anglického jazyka na úrovni studia odborných publikací vztahujících se k radiologické fyzice a na dobré úrovni akademického písemného a ústního projevu při prezentaci vlastních výsledků.

Povinné oborové předměty – kategorie A Předměty zdravotnického základu

Název studijního okruhu:

ANATOMIE A FYZIOLOGIE

Oblasti biologických věd (anatomie, fyziologie, patologie, buněčné a biomolekulární vědy). Obecná anatomie, obecná fyziologie, genetika, embryologie.

Název studijního okruhu:

SYSTÉM ŘÍZENÍ KVALITY VE ZDRAVOTNICTVÍ

Koncepty kvality, bezpečnosti, rizik a cost-benefit analýzy ve zdravotnictví. Principy managementu ve zdravotnictví. Funkce zdravotnických organizací (národních, mezinárodních). Strategické plánování. Kontinuální zvyšování kvality, klinický audit, řízení kvality ve zdravotnictví, zodpovědnosti zdravotnických pracovníků v systému činností pro zabezpečování kvality v oblasti radiologické fyziky. ISO 9000, certifikace. Definování cílů. Medicína založená na důkazech a její využití v systému řízení kvality ve zdravotnictví. Zvyšování kvality s využitím zaznamenaných radiologických událostí. Specifikace kritérií přijatelnosti a specifikace zařízení pro účely výběrových řízení. Proces výběrového řízení a uvádění nových zařízení do provozu. Vyřazování starých zařízení z provozu. Klinické studie (legislativní základ, design, zajištění a kontrola jakosti, statistické zpracování dat zaměřením na data klinická a epidemiologická).

Název studijního okruhu:

ETIKA VE ZDRAVOTNICTVÍ

Etické a právní aspekty zdravotní péče, ochrana dat a soukromí pacienta, nakládání s elektronickými daty. Epidemiologie. Kvantitativní a kvalitativní výzkum v humánní medicíně. Etické aspekty klinických studií s použitím ionizujícího záření. Etické komise, ochrana pacientů a dobrovolníků v biomedicínských výzkumech. Etika při vzdělávání zdravotnických pracovníků v oblastech zahrnujících kolektivní patientské dávky. Nakládání s expozicemi v rámci výzkumu s využitím tolerančních dávek. Požadavky na zdravotnickou dokumentaci. Principy komunikace s pacienty a rodinnými příslušníky ve stresových situacích.

Název studijního okruhu:

ZÁKLADY PRVNÍ POMOCI

Rozpoznávání stavů ohrožujících bezprostředně život a výkony první pomoci k zastavení zevního krváčení, k obnovení a udržení průchodnosti dýchacích cest a základní neodkladná resuscitace. První pomoc v ostatních krizových situacích.

Název studijního okruhu:

KLINICKÁ PROPEDEUTIKA

Použití správné lékařské terminologie při komunikaci s ostatními zdravotnickými pracovníky. Znalost technologické infrastruktury pracoviště radioterapie, nukleární medicíny a radiodiagnostiky a intervenční radiologie a znalost vztahů v infrastruktuře s jinými zdravotnickými obory v rámci nemocnice při lékařském ozáření (kardiologie, chirurgie).

Název studijního okruhu:

LEGISLATIVA VE ZDRAVOTNICTVÍ

Evropská a národní legislativa, normy a doporučení, ve kterých je řešena profese radiologického technika. Funkce zdravotnických organizací (na národní i mezinárodní úrovni). Legislativa týkající se používání ionizujícího záření v medicíně. Legislativa týkající se ochrany dat. Národní radiologické standardy, místní radiologické standardy. Národní a mezinárodní bezpečnostní normy. Národní, mezinárodní, evropská legislativa vztahující se k používání ozařovačů, uzavřených a otevřených radionuklidových zdrojů.

ODBORNÁ PRAXE

Anotace:

Praxe z dozimetrie a fyzikálních měření

Práce s detektory (spektrometrické detektory, termoluminiscenční dozimetry, gelové dozimetry, ionizační komory, scintilátory). Vlastnosti detektorů, nastavení detektorů, vyhodnocení naměřených dat.

Praxe z radiologické fyziky v radioterapii

Seznámení se s přístrojovým vybavením a s rozvržením prostor pracovišť radiační onkologie. Praktická cvičení z kontroly kvality ozařovačů v radioterapii (radioterapeutické rentgeny, lineární urychlovače, HDR brachyterapeutické ozařovače, protonový ozařovač, stereotaktické ozařovače). Verifikace patientských plánů pro IMRT/VMAT. Stanovení absorbované dávky za referenčních podmínek a relativní dozimetrie (dávkové profily, procentuální hloubkové dávkové křivky, nereferenční podmínky na ose svazku záření) u nízkoenergetických rentgenových ozařovačů a rentgenových ozařovačů se středními energiemi, vysokoenergetických fotonových a elektronových svazků, protonového svazku. Stanovení kermové vydatnosti HDR zdroje pro brachyterapii. In-vivo dozimetrie. Plánování radioterapie.

Praxe z radiologické fyziky v radiodiagnostice a intervenční radiologii

Seznámení se s přístrojovým vybavením radiodiagnostického pracoviště, s jeho uspořádáním a se specifiky modalit (skiografie, mamografie, skiaskopie, intervenční radiologie, CT). Práce s expozičními parametry, expoziční automatikou, automatickou modulací proudu, s automatickým řízením dávky/dávkového příkonu a geometrií vyšetření (velikost ohniska, velikost pole, SID, SOD, OID). Praktická cvičení na hodnocení kvality zobrazení ve vztahu k dávce pro různé zobrazovací modalit. Měření dozimetrických veličin – K_i , K_e , CTDI. Faktor zpětného rozptylu. Kalibrace KAP-metru v klinickém svazku. Měření rozptýleného záření. Testování funkce expoziční automatiky (AEC, ATCM, ADRC). Kalibrace a navázání dozimetrických měřidel. Stanovení polotloušťky a efektivní energie rtg svazku. Další testy prováděné v rámci zkoušek provozní stálosti a dlouhodobé stability – linearita, reprodukovatelnost, homogenita, soulad radiačního a světelného pole, soulad radiačního pole a pole receptoru obrazu. Praktická optimalizace vyšetřovacího protokolu. Způsoby odhadu orgánových a efektivních dávek na základě expozičních parametrů, dávkových veličin a geometrie ozáření pro různé modalit, včetně stanovení dávky na plod. Stanovení dávky na kůži měřeními (např. TLD film) a výpočtem z RDSR. Použití softwarů pro odhad dávek pacientům. Stanovení diagnostické referenční úrovně.

Praxe z radiologické fyziky v nukleární medicíně

Seznámení se s přístrojovým vybavením a s rozvržením prostor pracovišť nukleární medicíny. Praktická cvičení z kontroly kvality zobrazovací (polovodičové gamakamery, SPECT, PET) i nezobrazovací (měřiče aplikované aktivity, přístroje pro zajištění radiační ochrany) techniky.

Praktická cvičení ze zpracování obrazu (planární zobrazování, SPECT/CT, PET/CT, PET/MRI). Postupy zajištění radiační ochrany a havarijní postupy při práci s otevřenými zářiči. Praktická aplikace legislativních požadavků na radiační ochranu v provozu pracoviště nukleární medicíny. Postupy přípravy a kontroly radiofarmak pro SPECT a PET metody. Způsoby stanovení celotělové dávky při radionuklidové terapii. Způsoby stanovení kalibračních koeficientů pro hodnocení aktivity v lézi při radionuklidové terapii. Postupy plánování konkrétních radionuklidových terapií, ukázka zpracování patientských dat.

Odborná praxe je povinnou součástí studijního plánu studijního programu Radiologická technika a to na základě vyhlášky č. 39/2005 Sb., tj. odborná praxe je praktickým vyučováním u poskytovatele zdravotních služeb.

Tato odborná praxe je zařazena do studijního plánu dle možností vysoké školy, a to formou povinné součásti, či jako povinného předmětu. Je však požadováno, aby daná vysoká škola měla zaveden systém, na základě kterého může prokázat či doložit, že daný student požadovanou praxi splnil. Není vyžadován tzv. logbook. Subjekt zajišťující výuku společně s poskytovatelem zdravotních služeb mají praktickou výuku smluvně zajištěnou.

Převodní tabulka pro radiologické techniky
Studijní okruhy kvalifikačního standardu oboru radiologická technika
a požadavky vyhlášky č. 39/2005 Sb.

Požadavky vyhlášky č. 39/2005 Sb.	Obsah kvalifikačního standardu
§ 3 odst. 2	
Etika zdravotnického povolání v oboru	Etika ve zdravotnictví
Administrativní činnosti ve zdravotnictví (vedení dokumentace včetně elektronické podoby této dokumentace)	Lékařská informatika Programování všechny předměty tvořící základ pro radiologickou fyziku
Organizace a řízení zdravotní péče	System řízení kvality ve zdravotnictví
Základy podpory a ochrany veřejného zdraví včetně prevence nozokomiálních nákaz	Klinická propedeutika
První pomoc a zajišťování zdravotní péče v mimořádných krizových situacích	Základy první pomoci
Právní souvislosti poskytování zdravotní péče v oboru	Legislativa ve zdravotnictví
Základy řízení kvality poskytovaných zdravotních služeb a v zajištění bezpečí pacientů	System řízení kvality ve zdravotnictví
§ 20 odst. 2	
3 roky studia	Z toho bakalářské studium – min. 3 roky
300 hod praktického vyučování	Min. 300 hodin
§ 20 odst. 3 – a) teoretická výuka	
Obory tvořící matematicko-fyzikální základ	
Matematika	Předměty matematického základu Matematická statistika
Fyzika	Předměty fyzikálního základu Základy fyzikálních měření
Fyzika ionizujícího záření	Jaderná a radiační fyzika Dozimetrie Detektory záření Elektronika Základy radiologické fyziky v radioterapii Základy radiologické fyziky v radiodiagnostice a intervenční radiologii Základy radiologické fyziky v nukleární medicíně Radiační ochrana

	Magnetická rezonance a ultrazvuk Odborná praxe
Informatika	Lékařská informatika Programování
Základy biologie a fyziologie	Radiobiologie Anatomie a fyziologie Patofyziologie v zobrazovacích metodách
Základy anatomie, rentgenové anatomie a anatomie příčných řezů	Anatomie a fyziologie Klinická propedeutika Patofyziologie v zobrazovacích metodách Odborná praxe
Radiologické obory	
Detekce, dozimetrie a metrologie ionizujícího záření	Dozimetrie Detektory záření Elektronika
Radiologická zařízení a další zdravotnické přístroje	Základy radiologické fyziky v radioterapii Základy radiologické fyziky v radiodiagnostice a intervenční radiologii Základy radiologické fyziky v nukleární medicíně Magnetická rezonance a ultrazvuk Odborná praxe
Fyzikální, technické klinické aspekty ionizujícího záření v radioterapii, nukleární medicíně, radiodiagnostice a v intervenční radiologii	Základy radiologické fyziky v radioterapii Základy radiologické fyziky v radiodiagnostice a intervenční radiologii Základy radiologické fyziky v nukleární medicíně Odborná praxe
Základy fyzikálních, technických a klinických aspektů neionizujícího záření v diagnostice a v terapii	Magnetická rezonance a ultrazvuk Odborná praxe
Systém zajišťování jakosti v radiodiagnostice a v intervenční radiologii, nukleární medicíně a radioterapii	Systém řízení kvality ve zdravotnictví Legislativa ve zdravotnictví Etika ve zdravotnictví Základy radiologické fyziky v radioterapii Základy radiologické fyziky v radiodiagnostice a intervenční radiologii Základy radiologické fyziky v nukleární medicíně

Radiační ochrana, včetně radiační ochrany pacientů s ohledem na specifika v radiodiagnostice a v intervenční radiologii, nukleární medicíně a radioterapii	Radiační ochrana
Používání, údržba, servis a evidence radiologických zařízení včetně problematiky jejich klinického hodnocení a zkoušek jejich nežádoucích účinků a analýzy rizik	Odborná praxe
Související obory	
Technické a právní předpisy, normy platné ve zdravotnictví	System řízení kvality ve zdravotnictví Legislativa ve zdravotnictví
Právní předpisy týkající se ionizujícího záření	System řízení kvality ve zdravotnictví Legislativa ve zdravotnictví
Základy metodologie vědeckého výzkumu	Základy metodologie vědeckého výzkumu
§ 20 odst. 3 – c) praktická výuka	
Praktické vyučování ve školních laboratořích	Odborná praxe
Praktické vyučování u poskytovatelů zdravotních služeb	Odborná praxe