

**České vysoké učení technické v Praze**

**Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská**

Žádost

**AKREDITACE**

**DOKTORSKÝ STUDIJNÍ PROGRAM**

Bezpečnost a zabezpečení jaderných zařízení  
a forenzní analýzy jaderných materiálů

## **A-I – Základní informace o žádosti o akreditaci**

**Název vysoké školy:** České vysoké učení technické v Praze

**Název součásti vysoké školy:** Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská

**Název spolupracující instituce:**

**Název studijního programu:** Bezpečnost a zabezpečení jaderných zařízení a forenzní analýzy jaderných materiálů

**Typ žádosti o akreditaci:** udělení akreditace

**Schvalující orgán:** Vědecká rada FJFI  
Vědecká rada ČVUT v Praze

**Datum schválení žádosti:** 16. 5. 2019  
18. 6. 2019

**Odkaz na elektronickou podobu žádosti:**

<https://www.fjfi.cvut.cz/cz/fakulta/dekanat/oddeleni-pro-vedu-a-vyzkum/akreditace/>

jméno: NAUVS

heslo: Dib-Clc-VLUgha

**Odkazy na relevantní vnitřní předpisy:**

<https://www.cvut.cz/vnitрни-předpisy>

<https://www.fjfi.cvut.cz/cz/fakulta/uredni-deska>

**ISCED F: 0533, 0531, 061**

B-I – Charakteristika studijního programu		
Název studijního programu	Bezpečnost a zabezpečení jaderných zařízení a forenzní analýzy jaderných materiálů	
Typ studijního programu	doktorský	
Profil studijního programu	akademicky zaměřený	
Forma studia	prezenční – kombinovaná	
Standardní doba studia	4 roky	
Jazyk studia	česky	
Udělovaný akademický titul	„doktor“ (ve zkratce Ph.D. uváděné za jménem)	
Rigorózní řízení	ne	Udělovaný akademický titul
Garant studijního programu	doc. Ing. Lubomír Sklenka, Ph.D.	
Zaměření na přípravu k výkonu regulovaného povolání	ne	
Zaměření na přípravu odborníků z oblasti bezpečnosti České republiky	ne	
Uznávací orgán		
Oblast(i) vzdělávání a u kombinovaného studijního programu podíl jednotlivých oblastí vzdělávání v %		
	11. Fyzika	55 %
	13. Chemie	25 %
	14 - Informatika	20 %
Cíle studia ve studijním programu		
<p>Nový studijní program je zaměřen na zabezpečení jaderných zařízení, jaderných materiálů a zdrojů ionizujících záření a jejich propojení s bezpečností a forenzními metodami v jaderných oborech. Propojení bezpečnosti, zabezpečení, prevence mimořádných událostí a jaderně-vyšetřovacích metod svou synergií odliši tento nový studijní obor od stávajících a otevře možnosti vysoce specializovaného vzdělávání studentů nejen z ČR, střední Evropy, ale má ambice i na celosvětovou působnost.</p> <p>Unikátní charakteristikou nového doktorského studijního programu je nejen hlavní důraz na zabezpečení jaderných zařízení, jaderných materiálů, materiálů dvojího užití a zdrojů ionizujících záření, ale i jeho propojení s bezpečností, zejména v oblasti havarijní připravenosti, a forenzními metodami zaměřenými na jadernou oblast. Toto propojení bezpečnosti, zabezpečení, prevence mimořádných událostí a jaderně-vyšetřovacích metod s mnoha synergickými efekty výrazně odliši tento nový studijní program od stávajících a otevře možnosti vysoce specializovaného vysokoškolského vzdělávání studentů nejen z České republiky a regionu střední Evropy, ale má ambice i na celosvětovou působnost. Studium bude úzce provázáno s vědecko-výzkumnou činností pracovišť, do které se budou výraznou měrou zapojovat studenti tohoto programu.</p>		
Profil absolventa studijního programu		
<p>Nový doktorský studijní program navazuje na vysokoškolské vzdělávání na magisterské úrovni v několika tradičních jaderných oborech, např. jaderném inženýrství, dozimetrii a aplikaci ionizujícího záření nebo jaderné chemie. Díky velkému rozsahu základních profilových předmětů mohou být do nového doktorského studijního programu přijati i absolventi jiných technických, chemických, fyzikálních, přírodovědných oborů nebo bezpečnostních oborů s dostatečnými znalostmi atomové a jaderné fyziky, obecné fyziky, matematiky a chemie.</p> <p>Odborný profil absolventa nového studijního programu je tvořen zejména širokým přehledem v oblasti bezpečného provozu jaderných zařízení a zdrojů ionizujícího záření, bezpečným nakládáním s jadernými materiály a forenzní analýzy těchto materiálů. V závislosti na výzkumných tématech řešených v průběhu doktorského studia a tématech disertační práce jsou absolventi vysoce specializovaní odborníci v oblasti:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• bezpečnosti a zabezpečení jaderných zařízení, tj. např. v konstrukci a provozu jaderných zařízení (energetických i výzkumných), jaderných materiálech a jejich distribuci v těchto jaderných zařízeních, jaderné bezpečnosti, havarijní připravenosti, fyzické ochrany jaderných zařízení, kybernetické bezpečnosti jaderných zařízení a zejména synergie bezpečnosti a zabezpečení jaderných zařízení,</li><li>• bezpečnosti a zabezpečení zdrojů ionizujícího záření, výpočtů pole ionizujícího záření, ozáření člověka a odezev měřidel ionizujícího záření, dozimetrie zevního a vnitřního ozáření, hodnocení účinků ionizujícího záření na živé organismy, principů a praxe radiační ochrany, havarijní připravenosti při práci se zdroji ionizujícího záření, detekčních systémů pro vyhledávání zdrojů ionizujícího záření a monitorování,</li></ul>		

- forenzní analýzy jaderných materiálů a to zejména v jejích aspektech spadajících do oblasti instrumentálních a radiochemických metod a analytických metod využívajících ionizující záření pro jadernou forenzní analýzu a forenzní analýzu materiálů dvojího užití,
- principů kybernetické bezpečnosti jaderných zařízení a zdrojů ionizujícího záření, problematiky vývoje bezpečného hardwaru a softwaru, kryptologických principů a způsobů detekce útoku v počítačových sítích, bezpečné správy informačních systémů, studia bezpečnosti z pohledu útočníka, modelování možných ohrožení.

Uplatnění absolventů nového studijního programu je popsáno ve formuláři D-I.

#### **Pravidla a podmínky pro tvorbu studijních plánů**

Pravidla a podmínky pro tvorbu individuálních studijních plánů jsou stanoveny vnitřní legislativou ČVUT, zejména Studijním a zkušebním řádem pro studenty ČVUT, články 26 a 27, a Řádem doktorského studia FJFI ČVUT v Praze.

<https://www.cvut.cz/vnitni-predpisy>

[https://www.fjfi.cvut.cz/files/Uredni\\_deska/Dokumenty/Rad\\_doktorskeho\\_studia\\_FJFI\\_20171129.pdf](https://www.fjfi.cvut.cz/files/Uredni_deska/Dokumenty/Rad_doktorskeho_studia_FJFI_20171129.pdf).

Individuální studijní plán (ISP) sestavuje doktorand po dohodě se školitelem a schvaluje vedoucí školícího pracoviště a Oborová rada. ISP vymezuje obsahově i časově studijní blok. Tento se skládá ze 4-6 jednosemestrálních odborných předmětů a jazykové přípravy, je zakončen rozpravou nad studií k dizertační práci. Studijní blok je rozvržen do 4 (pro prezenční formu) resp. 6 (pro kombinovanou formu) semestrů od zahájení studia.

#### **Podmínky k přijetí ke studiu**

Podmínky k přijetí ke studiu jsou vymezeny ve Statutu ČVUT (<https://www.cvut.cz/vnitni-predpisy>). Podmínkou k přijetí je absolvování fyzikálně, chemicky, jaderně nebo bezpečnostně zaměřeného magisterského studijního programu a absolvování přijímacího pohovoru. Vzhledem k multidisciplinaritě studijního programu jsou u přijímacího pohovoru ověřovány znalosti v oblastech nutných pro úspěšné zvládnutí vybraného tématu studia a disertační práce. Kromě odborných znalostí se u přijímacího pohovoru ověřuje i znalost angličtiny, případně dalších jazyků.

#### **Návaznost na další typy studijních programů**

Nový doktorský studijní program Bezpečnost a zabezpečení jaderných zařízení a forenzní analýzy jaderných materiálů přímo navazuje na tři magisterské studijní obory akreditované na FJFI ČVUT v Praze - Jaderné inženýrství; Dozimetrie a aplikace ionizujícího záření; Jaderná chemie. Nový doktorský studijní program souvisí také s magisterským studijním oborem Počítačová bezpečnost programu Informatika akreditovaným na FIT ČVUT v Praze. Nový doktorský studijní program se svým komplexním a multidisciplinárním pohledem na bezpečnost a zabezpečení jaderných zařízení a jaderných materiálů odlišuje od stávajícího doktorského programu Jaderné inženýrství akreditovaného na FJFI ČVUT v Praze, který se věnuje zejména problematice bezpečnosti, bezpečného využívání jaderné energie, aplikacím ionizujícího záření a neutronovým aplikacím. Od stávajícího doktorského studijního programu Jaderná chemie odlišuje nový studijní program zejména úzké zaměření na specializovanou oblast jaderné forenzní analýzy, která vyžaduje jak hluboký vhled do problematiky jaderných a radioanalytických metod, tak současně i schopnost kombinovat získané poznatky s výsledky široké škály nejaderných metod.

## B-IIb – Studijní plány a návrh témat prací (doktorské studijní programy)

### Studijní povinnosti

Studijní povinnosti doktoranda spočívají ve splnění podmínek studijního bloku stanoveném v rámci individuálního studijního řádu. Jde o složení zkoušek ze 4-6 jednosemestrálních odborných předmětů, absolvování jazykové přípravy z nejméně jednoho světového jazyka (zpravidla AJ) a sepsání studie k disertační práci. Studijní blok je rozvržen do 4 (pro prezenční) resp. 6 (pro kombinovanou formu studia) semestrů od zahájení studia.

### Požadavky na tvůrčí činnost

Požadavek na tvůrčí činnost doktoranda je upřesněn Řádem doktorského studia FJFI. Podle něj musí disertace obsahovat tvůrčí výsledky dosažené doktorandem a publikované či doložitelně přijaté k publikaci v oborově příslušných impaktovaných časopisech. Nutným předpokladem pro odevzdání disertační práce je proto autorský podíl doktoranda na alespoň jedné publikaci publikované nebo přijaté k publikaci v impaktovaném časopise (dle Web of Science nebo Scopus).

### Požadavky na absolvování stáží

Součástí povinností studenta v doktorském studijním programu je absolvování studia na zahraniční instituci v délce nejméně jednoho měsíce nebo jiné formy přímé účasti studenta na mezinárodní spolupráci, zejména účast na mezinárodním tvůrčím projektu s výsledky publikovanými nebo prezentovanými v zahraničí. Studium na zahraniční instituci lze pro splnění této povinnosti uznat i tehdy, když předcházelo zápisu do doktorského studijního programu.

Finanční prostředky na pokrytí nákladů spojené s pobytem v zahraničí se obvykle hradí z výzkumných projektů a grantů a prostředků agentur podporující studium v zahraničí, např. International Atomic Energy Agency, Euratom, programy Evropské unie (např. Marie-Curie Fellowship), cestovní granty ENEN Association (European Nuclear Education Network), domácí nadace jako např. Fulbrightova nadace, Hlávkova nadace, Nadační fond ČVUT Stanislava Hanzla, apod.

### Další studijní povinnosti

Základní povinnosti jsou dány Studijním a zkušebním řádem pro studenty ČVUT v Praze a Řádem doktorského studia FJFI. Další povinnosti doktorandů jsou:

- Pracovat ve výzkumných týmech působících na FJFI nebo na školícím pracovišti mimo FJFI. Vedoucí týmů pověřují doktorandy dílčími úkoly se vzrůstající náročností a kontrolují jejich plnění.
- Aktivně se účastnit seminářů na školících pracovištích.
- Účastnit se a vystupovat na mezinárodních konferencích.
- Jedenkrát za rok předložit hodnocení doktoranda školitelem, které je schvalováno na zasedání ORO.

Všichni studenti prezenční formy doktorského studijního programu se účastní pedagogické činnosti na FJFI, a to zejména vedením cvičení v bakalářských programech. Součástí přípravy doktorandů je také jejich účast na organizačních činnostech souvisejících s řadou odborných konferencí, které katedry pořádají.

### Návrh témat disertačních prací a témata obhájených prací

Návrh témat disertačních prací:

- Synergie bezpečnosti a zabezpečení výzkumných jaderných zařízení (doc. Ing. Lubomír Sklenka, Ph.D.)
- Kybernetická a informační bezpečnost výzkumných jaderných zařízení (prof. Ing. Róbert Lórencz, CSc.)
- Studium vlastností polovodičových komponentů experimentálních zařízení v prostředí ionizujícího / korpuskulárního záření (prof. Ing. Róbert Lórencz, CSc.)
- Modelování dávek monitorujícího a zasahujícího personálu v případě těžkých havárií jaderných elektráren (doc. Ing. Jaroslav Klusoň, CSc.)
- Metody havarijního monitorování s využitím bezpilotních prostředků (doc. Ing. Jaroslav Klusoň, CSc.)
- Detekce a identifikace jaderných materiálů pomocí rentgenové fluorescenční analýzy (doc. Ing. Tomáš Trojek, Ph.D.)
- Stanovení izotopických poměrů minoritních izotopů uranu a vybraných štěpných produktů pomocí urychlovačové hmotnostní spektrometrie (AMS) (doc. Ing. Mojmír Němec, Ph.D.)
- Detekce vybraných radionuklidů v prachových částicích pomocí metody fission-track v kombinaci s hmotnostní spektrometrií a FIB-SEM (RNDr. Jan Lorinčík, CSc., CV Řež)
- Studium finger-printů vybraných organických a kompozitních materiálů dvojího užití (doc. Ing. Ján Kozempel, Ph.D.)

Témata obhájených prací:

Studijní program *Bezpečnost a zabezpečení jaderných zařízení a forenzní analýzy jaderných materiálů* je nově vytvářený multidisciplinární studijní doktorský program a proto zatím ještě neexistují žádné obhájené disertační práce.

## B-IIb – Studijní plány a návrh témat prací (doktorské studijní programy)

### Navržené předměty pro tvorbu studijních plánů

Doktorandi si do svých ISP volí předměty z následujícího seznamu, případně další doktorské předměty z příbuzných studijních programů na ČVUT. Na doporučení školitele lze po schválení oborovou radou zapsat i předměty z jiných přírodovědných VŠ. Předměty jsou rozdělené do dvou skupin. Vzhledem k multidisciplinárnímu charakteru studijního oboru si student povinně запиše povinný předmět ze skupiny A a nejméně dva předměty ze skupiny volitelných předmětů B. Sylaby jednotlivých předmětů následují ve formulářích BIII.

#### Předmět povinný - skupina A

Úvod do bezpečnosti, zabezpečení a forenziky

Sklenka a kol.

#### Volitelné předměty - skupiny B

Bezpečnost a zabezpečení jaderných zařízení

Sklenka, Frýbortová, Starý

Detekce ionizujícího záření

Miglierini, Průša

Experimentální jaderná chemie

Němec, John, Trojek

Fyzická ochrana jaderných zařízení

Starý

Informační bezpečnost

Lórencz, Buček

Instrumentální a radiochemické metody pro jadernou forenzní analýzu

Němec, Vlk, Kozempel

Jaderná forenzní analýza

Kozempel, Vlk, Němec

Jaderná bezpečnost jaderných zařízení

Frýbortová, Sklenka

Konstrukce a provoz jaderných zařízení

Bílý, Sklenka

Kryptologie

Lórencz, Buček

Kvantová informace a kryptografie

Burdík

Pokročilá jaderná chemie

John, Čuba

Radiační efekty v polovodičích

Linhart

Radiační ochrana zásahových situací

Froňka

Radioanalytická chemie pro forenzní analýzu

John, Němec

Výpočetní metody v detekci a dozimetrii ionizujícího záření

Klusoň, Urban

B-III – Charakteristika studijního předmětu				
Název studijního předmětu	Úvod do bezpečnosti, zabezpečení a forenziky			
Typ předmětu	skupina A - povinný	doporučený ročník / semestr		1 / 1
Rozsah studijního předmětu	48 p + 4 s	hod.	52	kreditů
Prerekvizity, korekvizity, ekvivalence	nejsou			
Způsob ověření studijních výsledků	zkouška	Forma výuky		přednášky, seminář
Forma způsobu ověření studijních výsledků a další požadavky na studenta	ústní zkouška			
Garant předmětu	doc. Ing. Ľubomír Sklenka			
Zapojení garanta do výuky předmětu	vyučující, zkoušející			
Vyučující	prof. Ing. Róbert Lórencz, CSc., doc. Ing. Jaroslav Klusoň, CSc., doc. RNDr. Ján Kozempel, Ph.D., doc. Ing. Mojmír Němec, Ph.D., doc. Ing. Ľubomír Sklenka, Ph.D., doc. Ing. Tomáš Trojek, Ph.D., doc. Ing. Tomáš Vrba, Ph.D., Ing. Tomáš Bílý, Ph.D., Ing. Jiří Buček, Ph.D., Ing. Lenka Frýbortová, Ph.D., Ing. Petr Průša, Ph.D., Ing. Tomáš Urban, Ph.D., RNDr. Martin Vlk, Ph.D., Ing. Radovan Starý			
Stručná anotace předmětu	<p>Předmět je zaměřený na uvedení do složité a multioborové problematiky bezpečnosti a zabezpečení jaderných zařízení a forenzní analýzy jaderných materiálů. Jednotlivé přednášky jsou úvodem do problematiky, na které navazují předměty skupiny B. V první části jsou přednášky věnovány jadernému palivovému cyklu, konstrukci a provozu jaderných zařízení a uvedení do bezpečného provozu těchto zařízení. Ve druhé části jsou přednášky zaměřeny na zdroje ionizujícího záření, jejich detekci a uvedení do problematiky dozimetrie a radiační ochrany. Třetí část přednášek je věnována jaderné a radioanalytické chemii a uvedení do problematiky jaderné forenzní analýzy a poslední část přednášek je věnována úvodu do počítačové bezpečnosti, informační bezpečnosti a kybernetické bezpečnosti.</p> <p><b>Osnova předmětu</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Jaderný palivový cyklus</li><li>2. Jaderná zařízení</li><li>3. Úvod do bezpečného provozu jaderných zařízení</li><li>4. Zdroje ionizujícího záření</li><li>5. Dozimetrie a radiační ochrana</li><li>6. Detekční systémy pro měření ionizujícího záření a identifikaci zdrojů</li><li>7. Jaderná a radioanalytická chemie</li><li>8. Od forenzních věd k jaderné forenzice</li><li>9. Analytické metody pro jadernou forenzní analýzu</li><li>10. Úvod do počítačové bezpečnosti</li><li>11. Informační bezpečnost</li><li>12. Kybernetická bezpečnost</li><li>13. Závěrečný seminář</li></ol>			
Studijní literatura a studijní pomůcky				
Povinná literatura	<ul style="list-style-type: none"><li>• Lamarsh, J. R.: Introduction to Nuclear Engineering, 3rd Ed., Prentice Hall, 2001</li><li>• Martin, J.E.: Physics for Radiation Protection, John Wiley &amp; Sons, 2013. ISBN: 978-3-527-41176-4</li><li>• Sadler, T. L.: Cybersecurity for Everyone: Securing Your Home or Small Business Network. Signalman Publishing, USA, 2014</li></ul>			
Doporučená literatura	<ul style="list-style-type: none"><li>• Doyle, J. (editor): Nuclear Safeguards, Security, and Non-proliferation 2nd Edition, ISBN: 9780128032718, Butterworth-Heinemann 2019</li><li>• E. Katz et al.: Forensic Science. A multidisciplinary Approach. Wiley 2016</li><li>• Andreo, P. et al.: Fundamentals of Ionizing Radiation Dosimetry, John Wiley &amp; Sons, 2017. ISBN 978-3-527-40921-1</li></ul>			
Informace ke kombinované nebo distanční formě				
Rozsah konzultací (soustředění)	52	hodin		
Informace o způsobu kontaktu s vyučujícím				
Katedra jaderných reaktorů FJFI ČVUT, V Holešovičkách 2, 180 00 Praha 8, lubomir.sklenka@fjfi.cvut.cz				

B-III – Charakteristika studijního předmětu				
Název studijního předmětu	Bezpečnost a zabezpečení jaderných zařízení			
Typ předmětu	skupina B - volitelný	doporučený ročník / semestr		2/3-4
Rozsah studijního předmětu	26 p	hod.	26	kreditů
Prerekvizity, korekvizity, ekvivalence	absolvování předmětu „Fyzická ochrana jaderných zařízení“ a předmětu „Jaderná bezpečnost jaderných zařízení“ nebo absolvování předmětů vztahujících se k jaderné bezpečnosti v magisterském studiu Jaderného inženýrství			
Způsob ověření studijních výsledků	zkouška	Forma výuky		přednášky
Forma způsobu ověření studijních výsledků a další požadavky na studenta	ústní zkouška			
Garant předmětu	doc. Ing. Lubomír Sklenka, Ph.D.			
Zapojení garanta do výuky předmětu	vyučující, zkoušející			
Vyučující	doc. Ing. Lubomír Sklenka, Ph.D. (40 %), Ing. Lenka Frýbortová, Ph.D. (30 %), Ing. Radovan Starý (30 %)			
Stručná anotace předmětu				
<p>Předmět je zaměřen na popis integrovaného pohledu na bezpečnost a zabezpečení jaderných zařízení (jaderných reaktorů a výzkumných reaktorů) a na popis synergických efektů mezi bezpečností a zabezpečením jaderných zařízení. V první části přednášky je věnována pozornost smlouvě o nešíření jaderných zbraní, zárukovému procesu v mezinárodním a společenském kontextu a jejich vztahu k provozu jaderných zařízení a úloze zabezpečení jaderných zařízení a jaderných materiálů ve vztahu ke smlouvě o nešíření jaderných zbraní a zárukovému procesu. V druhé části se přednáška věnuje tradičnímu chápání 3S (safety, security, safeguards) konceptu bezpečného provozu jaderných zařízení a jeho implementace na stávajících jaderných zařízeních a uvedení do nového integrovaného 3S přístupu k bezpečnému provozu jaderných zařízení. Dále se podrobně probírají základy systematického přístupu k synergii bezpečného provozu jaderných zařízení aplikováním základní projektové havárie a základní projektové hrozby do integrovaného přístupu v ochraně do hloubky. Ve třetí části je věnována pozornost úloze lidského faktoru v bezpečném provozu jaderných zařízení, zejména klíčového provozního personálu v integrovaném přístupu bezpečnému provozu jaderných zařízení. Poslední část je věnovaná specifikům jaderných elektráren a výzkumných reaktorů ve vztahu k integrovanému přístupu k bezpečnému provozu jaderného zařízení.</p>				
<b>Osnova předmětu</b>				
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Smlouva o nešíření jaderných zbraní a zárukový proces</li><li>2. Aplikace smlouvy o nešíření jaderných zbraní a zárukového procesu na jaderném zařízení</li><li>3. Tradiční chápání 3S konceptu bezpečného provozu jaderných zařízení</li><li>4. Integrovaný přístup k bezpečnému provozu jaderných zařízení</li><li>5. Základní projektová havárie, základní projektová hrozba a ochrana do hloubky</li><li>6. Role lidského faktoru v bezpečném provozu jaderných zařízení</li><li>7. Klíčový provozní personál a jeho role v integrovaném přístupu k bezpečnému provozu jaderných zařízení</li><li>8. Specifika integrovaného přístupu k bezpečnému provozu jaderné elektrárny</li><li>9. Specifika integrovaného přístupu k bezpečnému provozu výzkumného reaktoru</li></ol>				
<b>Studijní literatura a studijní pomůcky</b>				
<b>Povinná literatura</b>				
<ul style="list-style-type: none"><li>• Safety Assessment for Facilities and Activities, IAEA General Safety Requirements, GSR Part 4, IAEA, Vienna, 2016</li><li>• Cacuci, D. G., ed.: Handbook of nuclear engineering . volume 4, Reactors of generations III. and IV. New York: Springer, ©2010. lxi, 710 s. ISBN 978-0-387-98130-7</li><li>• Garcia, M. L.: The Design and Evaluation of Physical Protection Systems. 2nd ed. Boston: Elsevier/Butterworth-Heinemann, 2008. ISBN 9780750683524</li></ul>				
<b>Doporučená literatura</b>				
<ul style="list-style-type: none"><li>• Accident Analysis for Nuclear Power Plants, IAEA Safety Reports Series, SRS-23, IAEA, Vienna, 2002</li><li>• Doyle, J., editor: Nuclear Safeguards, Security, and Nonproliferation 2nd Edition. Butterworth-Heinemann 2019. ISBN: 9780128032718</li></ul>				
<b>Informace ke kombinované nebo distanční formě</b>				
Rozsah konzultací (soustředění)	26	hodin		
<b>Informace o způsobu kontaktu s vyučujícím</b>				
Katedra jaderných reaktorů FJFI ČVUT, V Holešovičkách 2, 180 00 Praha 8, lubomir.sklenka@fjfi.cvut.cz				



B-III – Charakteristika studijního předmětu				
Název studijního předmětu	Detekce ionizujícího záření			
Typ předmětu	skupina B - volitelný	doporučený ročník / semestr	1/1-2	
Rozsah studijního předmětu	26 p + 26 l	hod.	52	kreditů
Prerekvizity, korekvizity, ekvivalence	žádná			
Způsob ověření studijních výsledků	zkouška	Forma výuky	přednášky, laboratoře	
Forma způsobu ověření studijních výsledků a další požadavky na studenta	ústní zkouška			
Garant předmětu	prof. Ing. Marcel Miglierini, DrSc.			
Zapojení garanta do výuky předmětu	vyučující, zkoušející			
Vyučující	prof. Ing. Marcel Miglierini, DrSc. (50 %), Ing. Petr Průša, PhD. (50 %)			
Stručná anotace předmětu	Studenti se seznámí s několika typickými experimenty, jež nacházejí uplatnění v oblasti jaderné bezpečnosti i forenzních věd, a to po stránce teoretické (přednáška) i praktické (laboratoře). Jmenovitě se spektrometrií a detekcí neutronů, záření alfa, beta a gama, detekcí povrchové kontaminace, tvarovou diskriminací, koincidenčními měřeními a integrální dozimetrií. Řadu těchto úloh studenti znají z běžné praxe i předchozího studia. V tomto předmětu však výklad i cvičení půjde do větší hloubky. Studenti se naučí optimalizovat nastavení experimentálního vybavení podle konkrétní situace, v závislosti na požadovaném výsledku (aplikaci, pro niž se měření používá). Absolvent by tak měl být schopen samostatně vybírat vhodnou detekční techniku pro požadovaný výstup, správně ji zapojit, nastavit, provozovat i vyhodnotit výsledky měření.			
Osnova přednášek				
1. Spektrometrie záření gama, spektrum deponované energie, spektrometrická trasa, vybrané aplikace spektrometrie záření gama				
2. Detekce a spektrometrie neutronů, Bonnerova spektrometrie, vliv záření gama na odezvu signálu				
3. Spektrometrie a detekce záření alfa a beta, typické detektory nabitých částic				
4. Zpracování signálu z detektorů, metody měření tvaru signálu, alfa/beta a neutrony/gama diskriminace				
5. Koincidenční a antikoincidenční obvody, náhrada koincidenčního měření časovou spektrometrií				
6. Integrující dozimetrie záření gama a neutronů užívané v osobní dozimetrii				
Osnova laboratoře				
1. Stanovení aktivity při různých četnostech impulzů pomocí gama spektrometrie				
2. Bonnerova spektrometrie, amplitudová diskriminace neutrony/gama, stanovení účinnosti detektorů neutronů				
3. Spektrometrie záření alfa a beta křemíkovým detektorem				
4. Tvar pulzu v scintilačních detektorech				
5. Zapojení anticomptonovského spektrometru a jeho využití ke spektrometrii záření gama				
6. Vyhodnocení termoluminiscenčních dozimetrů				
Studijní literatura a studijní pomůcky				
Povinná literatura				
• Ahmed, S. N.: Physics & Engineering of Radiation Detection, Elsevier, 2nd edition, 2015				
• Knoll, G.F.: Radiation Detection and Measurement, 4 <sup>th</sup> edition, John Wiley, 2010				
• Maheshwar S., Madhuri S.: Nuclear Chemistry: Detection and Analysis of Radiation, 2019				
Doporučená literatura				
• Gilmore, G., Hemingway, J.: Practical Gamma-Ray Spectrometry, John Wiley, 1995				
• Murray, R. L., Holbert K. E.: Nuclear energy: An introduction to the concepts, systems, and applications of nuclear processes, Butterworth-Heinemann, 8th Edition, 2019, ISBN 978-0-12-812881-7				
• Spieler, H.: Semiconductor Detector Systems, Oxford University Press, 2005				
Informace ke kombinované nebo distanční formě				
Rozsah konzultací (soustředění)	52	hodin		
Informace o způsobu kontaktu s vyučujícím				
Miglierni: Katedra jaderných reaktorů FJFI ČVUT, V Holešovičkách 2, 180 00 Praha 8, marcel.miglierini@fjfi.cvut.cz Průša: Katedra dozimetrie a aplikace ionizujícího záření FJFI CVUT, Břehová 7, 115 19 Praha 1, petr.prusa@fjfi.cvut.cz				

B-III – Charakteristika studijního předmětu				
Název studijního předmětu	Experimentální jaderná chemie			
Typ předmětu	skupina B - volitelný	doporučený ročník / semestr		2/3-4
Rozsah studijního předmětu	16 p + 36 l	hod.	52	kreditů
Prerekvizity, korekvizity, ekvivalence	Absolvování předmětu Pokročilá jaderná chemie			
Způsob ověření studijních výsledků	Zkouška	Forma výuky		přednášky, laboratoře
Forma způsobu ověření studijních výsledků a další požadavky na studenta	ústní zkouška			
Garant předmětu	doc. Ing. Mojmír Němec, Ph.D.			
Zapojení garanta do výuky předmětu	vyučující, zkoušející			
Vyučující	doc. Ing. Mojmír Němec, Ph.D. (50 %), prof. Ing. Jan John, CSc. (25 %), doc. Ing. Tomáš Trojek, Ph.D. (25 %)			
Stručná anotace předmětu				
<p>Cílem předmětu je předat studentům znalosti o radiochemických laboratorních technikách včetně schopnosti uplatnit je v laboratorní praxi. Předmět vychází z popisu interakcí ionizujícího záření s látkovým prostředím a podrobně se věnuje popisu možností a způsobů měření ionizujícího záření. V praktické části se posluchači seznámí s měřením jednotlivých druhů ionizujícího záření, technikami práce v radiochemické laboratoři a ověří si základní poznatky z kurzu jaderné chemie. Absolventi kursu získají schopnost správně a bezpečně uplatnit jaderně chemické metody ve vlastní výzkumné práci. Tyto poznatky jsou součástí nutného vědomostního základu studentů, kteří jsou v rámci studijního programu Bezpečnost a zabezpečení jaderných zařízení a forenzní analýzy jaderných materiálů zaměřeni na jadernou forenzní analýzu.</p>				
<b>Osnova přednášek</b>				
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Interakce ionizujícího záření s látkovým prostředím, primární efekty způsobené absorpcí ionizujícího záření, zářivá deexcitace vzbuzených stavů - luminiscenční procesy, vývin tepla v látce absorbující ionizující záření</li><li>2. Systém dozimetrických veličin a vazba mezi nimi, biologické účinky ionizujícího záření, systém radiační ochrany a jeho aplikace na pracovištích</li><li>3. Druhy, vlastnosti a použití detektorů ionizujícího záření</li><li>4. Statistické zpracování naměřených hodnot a předběžný odhad chyb, meze stanovitelnosti a dokazatelnosti</li></ol>				
<b>Osnova laboratoře</b>				
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Sledování statistického charakteru radioaktivního rozpadu, analýza složené rozpadové křivky</li><li>2. Stanovení absolutního množství zářiče z jeho aktivity, stanovení poločasu K-40 a U-238</li><li>3. Spektrometrie záření gama s vysokým rozlišením</li><li>4. Spektrometrie záření alfa</li><li>5. Měření na kapalinovém scintilačním počítači</li><li>6. Metody měření neutronů</li><li>7. Práce v rukavicovém boxu, příprava zředěných radioaktivních roztoků s určitou relativní měrnou aktivitou</li><li>8. Lokalizace povrchové kontaminace, základní dekontaminační postupy</li><li>9. Radionuklidový generátor, stanovení poločasu Ba-137m, dělení jaderných izomerů bromu</li></ol>				
<b>Studijní literatura a studijní pomůcky</b>				
<b>Povinná literatura</b>				
<ul style="list-style-type: none"><li>• Choppin, G., Liljenzin, J. O., Rydberg, J.: Radiochemistry and Nuclear Chemistry: 2nd Edition, Elsevier, 2016</li><li>• Knoll, G. F.: Radiation Detection and Measurement, 4th edition, 2010, J. Willey &amp; Sons, New York</li><li>• Laboratorní cvičení z jaderné chemie – návody k úlohám, aktuální verze cvičících, (2018)</li></ul>				
<b>Doporučená literatura</b>				
<ul style="list-style-type: none"><li>• “Atomový zákon” (263/2016 Sb.) v platném znění a související vyhlášky SÚJB</li><li>• Gerndt, J., Průša, P.: Detektory ionizujícího záření, 2. vyd. 2011, ČVUT Praha</li><li>• Majer V. et al.: Základy jaderné chemie, SNTL Praha, 1981</li></ul>				
<b>Informace ke kombinované nebo distanční formě</b>				
Rozsah konzultací (soustředění)	52	hodin		
<b>Informace o způsobu kontaktu s vyučujícím</b>				
Katedra jaderné chemie FJFI ČVUT, Břehová 7, 115 19 Praha 1, mojmir.nemec@fjfi.cvut.cz				

B-III – Charakteristika studijního předmětu				
Název studijního předmětu	Fyzická ochrana jaderných zařízení			
Typ předmětu	skupina B - volitelný	doporučený ročník / semestr		1/1-2
Rozsah studijního předmětu	14 p + 12 l	hod.	26	kreditů
Prerekvizity, korekvizity, ekvivalence				
Způsob ověření studijních výsledků	zkouška	Forma výuky		přednášky, laboratoře
Forma způsobu ověření studijních výsledků a další požadavky na studenta	zkouška			
Garant předmětu	Ing. Radovan Starý			
Zapojení garanta do výuky předmětu	vyučující, zkoušející			
Vyučující	Ing. Radovan Starý			
Stručná anotace předmětu				
Obsahem předmětu Fyzická ochrana jaderných zařízení je komplexní uvedení do problematiky zabezpečení jaderných zařízení, jaderných materiálů a radionuklidových zdrojů před zneužitím a neoprávněnými manipulacemi. Po vymezení základních pojmů a historicko-legislativním úvodu se student seznámí s předpoklady návrhu systémů fyzické ochrany, jako je charakteristika materiálů a zařízení z hlediska potenciálního zneužití, jeho možných dopadů a s definicí hrozby. Stěžejní část přednášek a laboratoří je věnována systému fyzické ochrany, jeho návrhu a hodnocení. Zde se student seznámí jak s teorií, tak i s praktickými ukázkami a laboratořemi v učebně a na hypotetickém modelu za využití hodnotícího software. Závěr kurzu je věnován specifikům zabezpečení transportů jaderných materiálů a radionuklidových zdrojů a problematice vnitřní hrozby.				
Osnova předmětu				
1. Úvod do problematiky zabezpečení jaderných zařízení, jaderných materiálů a radionuklidových zářičů				
2. Charakteristika zařízení a identifikace materiálů jako potenciálního cíle				
3. Definice hrozby				
4. Návrh systému fyzické ochrany				
5. Hodnocení systému fyzické ochrany				
6. Zabezpečení transportů jaderných materiálů a radionuklidových zářičů				
7. Vnitřní hrozba				
Studijní literatura a studijní pomůcky				
Povinná literatura				
• Doyle, J. ed: Nuclear Safeguards, Security, and Nonproliferation 2nd Edition. Butterworth-Heinemann 2019. ISBN: 9780128032718				
• Garcia, M. L.: The design and evaluation of physical protection systems. 2nd ed. Boston: Elsevier/Butterworth-Heinemann, 2008. ISBN 9780750683524				
• Baker, P. R., Benny, D. J.: The Complete Guide to Physical Security, Auerbach Publications New York 2012. ISBN 9781420099645				
Doporučená literatura				
• Garcia, M. L.: Vulnerability assessment of physical protection systems. Boston: Elsevier Butterworth-Heinemann, 2006. ISBN 9780750677882				
• Response to nuclear and radiological terrorism. Amsterdam: IOS Press, [2011]. ISBN 978-1-60750-743-7				
• Prevention, Detection and Response to Nuclear and Radiological Threats: Springer [2008]. ISBN 978-1-60750-743-7				
Informace ke kombinované nebo distanční formě				
Rozsah konzultací (soustředění)	26	hodin		
Informace o způsobu kontaktu s vyučujícím				
např. Katedra jaderných reaktorů FJFI ČVUT, V Holešovičkách 2, 180 00 Praha 8, radovan.stary@fjfi.cvut.cz				

B-III – Charakteristika studijního předmětu				
Název studijního předmětu	Informační bezpečnost			
Typ předmětu	skupina B - volitelný		doporučený ročník / semestr	2/3-4
Rozsah studijního předmětu	12 p + 14 l	hod.	26	kreditů
Prerekvizity, korekvizity, ekvivalence	Absolvování předmětu Úvod do bezpečnosti, zabezpečení a forenziky			
Způsob ověření studijních výsledků	Zkouška		Forma výuky	Přednášky, laboratoře
Forma způsobu ověření studijních výsledků a další požadavky na studenta	Ústní zkouška			
Garant předmětu	prof. Ing. Róbert Lórencz, CSc.			
Zapojení garanta do výuky předmětu	vyučující, zkoušející			
Vyučující	prof. Ing. Róbert Lórencz, CSc. (50 %), Ing. Jiří Buček, Ph.D. (50%)			
Stručná anotace předmětu	Studenti získají teoretické a praktické zkušenosti a znalosti z oblastí síťové a systémové bezpečnosti. Cílem výuky je přinést studentům vzájemné propojení fyzické, systémové a síťové bezpečnosti ICT systémů. Studenti se seznámí s vybranými metodami monitorování a analýzy síťového provozu, jakožto prostředku k detekci nežádoucího chování stanic a síťových prvků. Cílem je odlišit regulérní provoz na síti od útoků a poskytnout informace o zasažených částech síťové infrastruktury. Na to navazuje téma o systémové bezpečnosti, které se věnuje bezpečnosti operačních systémů a jejich součástí, a také jejich interakci se síťovými prvky a uživateli. Nedílnou součástí síťové a systémové bezpečnosti je penetrační testování, které má za cíl odhalit zranitelnosti síťové a systémové infrastruktury jako prevenci proti potenciálním útokům. Následuje téma je věnována reakci na bezpečnostní incident, která zahrnuje jednak obranná opatření pro zastavení probíhajícího útoku, a zadruhé opatření pro zotavení z bezpečnostního incidentu. Digitální forenzní analýza je analytická metoda, která poskytuje informace o způsobu provedení útoku a jeho dopadu. Zvláštní téma je věnována základním informacím o metodách detekce škodlivého kódu (malware) a použití souvisejících detekčních nástrojů. Poslední téma diskutuje problém kybernetické bezpečnosti průmyslových zařízení s důrazem na elektronické komponenty používané v jaderných zařízeních.			
Osnova předmětu	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Monitorování provozu, analýza datových protokolů v síti</li><li>2. Systémová bezpečnost</li><li>3. Souvislost fyzické, systémové a síťové bezpečnosti u ICT infrastruktury</li><li>4. Penetrační testování a etické hackování</li><li>5. Reakce na bezpečnostní incident</li><li>6. Digitální forenzní analýza</li><li>7. Detekce malware</li><li>8. Kybernetické útoky na IT infrastrukturu průmyslových zařízení</li></ol>			
Studijní literatura a studijní pomůcky				
Povinná literatura	<ul style="list-style-type: none"><li>• Sadler, T. L.: Cybersecurity for Everyone: Securing Your Home or Small Business Network. Signalman Publishing, USA, 2014</li><li>• Harrington, J. L.: Network security: A practical approach, Elsevier, 2005</li><li>• Forouzan, B. A.: Cryptography &amp; Network Security (1 ed.). McGraw-Hill, Inc., New York, NY, USA, 2007</li></ul>			
Doporučená literatura	<ul style="list-style-type: none"><li>• Hwang, Y. H.: IoT Security &amp; Privacy: Threats and Challenges. In Proceedings of the 1st ACM Workshop on IoT Privacy, Trust, and Security (IoTPTS '15). ACM, New York, NY, USA, 1-1. DOI: <a href="https://doi.org/10.1145/2732209.2732216">https://doi.org/10.1145/2732209.2732216</a></li><li>• Pathan, A. S. K.: Security of self-organizing networks: MANET, WSN, WMN, VANET, CRC Press, Taylor and Francis Group, 2016</li><li>• Chen, L., Gong, G.: Communication System Security, Chapman and Hall/CRC, May 2012</li></ul>			
Informace ke kombinované nebo distanční formě				
Rozsah konzultací (soustředění)	26	hodin		
Informace o způsobu kontaktu s vyučujícím				
Katedra informační bezpečnosti FIT ČVUT, Thákurova 9, 160 00 Praha 6, <a href="mailto:lorencz@fit.cvut.cz">lorencz@fit.cvut.cz</a>				

B-III – Charakteristika studijního předmětu				
Název studijního předmětu	Instrumentální a radiochemické metody pro jadernou forenzní analýzu			
Typ předmětu	skupina B - volitelný	doporučený ročník / semestr		2/3-4
Rozsah studijního předmětu	26 p	hod.	26	kreditů
Prerekvizity, korekvizity, ekvivalence	Znalost jaderné chemie na úrovni Mgr. nebo Ing. jaderné chemie			
Způsob ověření studijních výsledků	zkouška	Forma výuky		přednášky
Forma způsobu ověření studijních výsledků a další požadavky na studenta	ústní zkouška			
Garant předmětu	RNDr. Martin Vlk, Ph.D.			
Zapojení garanta do výuky předmětu	vyučující, zkoušející			
Vyučující	doc. RNDr. Ján Kozempel, Ph.D. (25 %), doc. Ing. Mojmír Němec, Ph.D. (25 %), RNDr. Martin Vlk, Ph.D. (50 %)			
Stručná anotace předmětu	V přednášce jsou posluchači seznámeni s instrumentálními a radiochemickými metodami využívanými v jaderné forenzní analýze, které vyžadují určité radiochemické zpracování získaných vzorků. Přednáška je dále rozdělena na dvě základní oblasti, z nichž jedna je zaměřena na metody převážně vhodné pro přímé měření a stanovení radionuklidů v různých typech vzorků, a druhá se orientuje na analýzu matrice vzorku a její vztah jak k obsaženým radionuklidům, tak k její samostatné výpovědní hodnotě z pohledu forenzní analýzy. V obou případech je dále zohledněno stanovení a vliv izotopického složení vzorku a to jak radioaktivních tak stabilních nuklidů ve vztahu ke standardním materiálům známého složení, původu a historie.			
Osnova předmětu	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Zajištění jakosti analýz, typy a běžné matrice vzorků</li><li>2. Způsoby odběru a předúpravy vzorků</li><li>3. Jaderné analytické metody (NAA, PIXE, PIGE a další)</li><li>4. Vyhodnocování směsí radionuklidů, vyhodnocování izotopického složení.</li><li>5. Atomová a molekulární spektroskopie (AAS, ICP-OES)</li><li>6. Molekulová forenzní spektroskopie, Ramanova spektrometrie a FT-IR spektrometrie, knihovny spektrálních dat a jejich interpretace</li><li>7. Elektronová mikroskopie (SEM, TEM/HRTEM, AFM, EDX)</li><li>8. Izotopní metody v nukleární magnetické rezonanci, experimenty s NMR těžších jader (<sup>6</sup>Li, <sup>11</sup>B, <sup>207</sup>Pb, <sup>235</sup>U), sledování rozdílného izotopického zastoupení v jednotlivých místech molekuly (SNIF), stanovení poměrů <sup>3</sup>H/<sup>2</sup>H/<sup>1</sup>H</li><li>9. Hmotnostní spektrometrie, techniky ICP-MS, hmotnostní spektrometrie s vysokým rozlišením, určování složení specií na základě měření přesné hmoty</li><li>10. Urychlovačová hmotnostní spektrometrie</li></ol>			
Studijní literatura a studijní pomůcky				
Povinná literatura	<ul style="list-style-type: none"><li>• Katz, E. et al.: Forensic Science. A multidisciplinary Approach. Wiley 2016</li><li>• Chalmers, J. M. et al.: Infrared and Raman Spectroscopy in Forensic Science, Wiley 2012</li><li>• Gross, J. H.: Mass Spectrometry. Springer 2017</li></ul>			
Doporučená literatura	<ul style="list-style-type: none"><li>• Gunzler, H. et al.: Handbook of Analytical Techniques, Wiley-VCH Verlag GmbH, Weinheim 2002</li><li>• Günther, H.: NMR Spectroscopy: Basic Principles, Concepts and Applications in Chemistry, Wiley 2013</li></ul>			
Informace ke kombinované nebo distanční formě				
Rozsah konzultací (soustředění)	26	hodin		
Informace o způsobu kontaktu s vyučujícím				
Katedra jaderné chemie FJFI ČVUT, Břehová 7, 115 19 Praha 1, martin.vlk@fjfi.cvut.cz				

B-III – Charakteristika studijního předmětu				
Název studijního předmětu	Jaderná bezpečnost jaderných zařízení			
Typ předmětu	skupina B - volitelný	doporučený ročník / semestr		1/1-2
Rozsah studijního předmětu	24 p + 2 s	hod.	26	kreditů
Prerekvizity, korekvizity, ekvivalence				
Způsob ověření studijních výsledků	zkouška	Forma výuky		přednášky, seminář
Forma způsobu ověření studijních výsledků a další požadavky na studenta	ústní zkouška			
Garant předmětu	Ing. Lenka Frýbortová, Ph.D.			
Zapojení garanta do výuky předmětu	vyučující, zkoušející			
Vyučující	Ing. Lenka Frýbortová, Ph.D. (75 %), doc. Ing. Ľubomír Sklenka (25 %)			
Stručná anotace předmětu				
<p>Předmět je zaměřen na podrobné uvedení do problematiky jaderné bezpečnosti jaderných zařízení, zejména jaderných elektráren a výzkumných reaktorů. V první části předmětu je věnována pozornost legislativnímu rámci hodnocení jaderné bezpečnosti, role státu, státního dozorného orgánu a provozovatele jaderných zařízení a jaderné legislativě ČR, mezinárodním doporučením (IAEA, EUROATOM, WENRA...). V druhé části se přednášky věnují vývoji bezpečnostní filozofie, základním principům ochrany do hloubky, bezpečnostním systémům stávajících reaktorů, reaktorům Gen III+ a Gen IV. Ve třetí části se probírají přístupy k hodnocení bezpečnosti jaderných zařízení (deterministické, pravděpodobnostní, Best-estimate) a vlivu spolehlivosti lidského činitele na bezpečný provoz jaderného zařízení. Ve čtvrté části je věnována pozornost haváriím se ztrátou chladiva a haváriím spojeným s kritičností, a rozbor vybraných událostí na jaderných zařízeních (A1, Three Mile Island 2, Černobyl, Fukušima, Windscale). Závěrečná přednáška je věnována bezpečnostním aspektům provozu výzkumných reaktorů.</p>				
<b>Osnova předmětu</b>				
<div><div>1. Legislativní rámec hodnocení jaderné bezpečnosti</div><div>2. Hodnocení jaderné bezpečnosti</div><div>3. Bezpečnostní systémy reaktorů</div><div>4. Ochrana do hloubky</div><div>5. Přístupy k hodnocení bezpečnosti jaderných zařízení</div><div>6. Lidský faktor</div><div>7. Havárie se ztrátou chladiva a havárie spojené s kritičností</div><div>8. Klasifikace událostí na jaderných zařízeních</div><div>9. Bezpečnostní aspekty provozu výzkumných reaktorů</div><div>10. Závěrečný seminář</div></div>				
<b>Studijní literatura a studijní pomůcky</b>				
<b>Povinná literatura</b>				
<div><div>• Safety Assessment for Facilities and Activities, IAEA General Safety Requirements, GSR Part 4, IAEA, Vienna, 2016</div><div>• Lamarsh J. R, Baratta, A. J.: Introduction to Nuclear Engineering, Pearson (2017), ISBN: 978-0134570051</div><div>• Cacuci, D. G., ed. Handbook of nuclear engineering, volume 4, Reactors of generations III. &amp; IV. New York: Springer, ©2010. lxi, 710 s. ISBN 978-0-387-98130-7</div></div>				
<b>Doporučená literatura</b>				
<div><div>• Kok K. D.: Nuclear Engineering Handbook, 2nd edition, CRC Press, 2016, ISBN 9781482215922</div><div>• Safety of Nuclear Fuel Cycle Facilities, IAEA Safety Standards, NS-R-5, IAEA, Vienna, 2017</div><div>• Accident Analysis for Nuclear Power Plants, IAEA Safety Reports Series, SRS-23, IAEA, Vienna, 2002</div></div>				
<b>Informace ke kombinované nebo distanční formě</b>				
Rozsah konzultací (soustředění)	26	hodin		
<b>Informace o způsobu kontaktu s vyučujícím</b>				
Katedra jaderných reaktorů FJFI ČVUT, V Holešovičkách 2, 180 00 Praha 8, lenka.frybortova@fjfi.cvut.cz				



B-III – Charakteristika studijního předmětu				
Název studijního předmětu	Jaderná forenzní analýza			
Typ předmětu	skupina B - volitelný		doporučený ročník / semestr	2/3-4
Rozsah studijního předmětu	26 p	hod.	26	kreditů
Prerekvizity, korekvizity, ekvivalence	Znalost jaderné chemie na úrovni Mgr. nebo Ing. jaderné chemie			
Způsob ověření studijních výsledků	zkouška		Forma výuky	přednášky
Forma způsobu ověření studijních výsledků a další požadavky na studenta	ústní zkouška			
Garant předmětu	doc. RNDr. Ján Kozempel, Ph.D.			
Zapojení garanta do výuky předmětu	vyučující, zkoušející			
Vyučující	doc. RNDr. Ján Kozempel, Ph.D. (50%), doc. Ing. M. Němec, Ph.D. (25%), RNDr. Martin Vlk, Ph.D. (25%)			
Stručná anotace předmětu	<p>Předmět sumarizuje a definuje původ, zaměření a oblasti zájmu forenzních věd s cílem seznámit posluchače nejen s metodikami a filozofií forenzních postupů, ale cílí také na jejich použití v oblastech analýzy a sledování jaderných materiálů a materiálů dvojího užití. Záměrem přednášky je podat posluchačům ucelený pohled na forenzní vědy a současně ukázat provázanost materiálů celého jaderně-palivového cyklu v kontextu národního a mezinárodního legislativního rámce s možnostmi analýzy a sledování jednotlivých materiálových položek. Posluchač tak bude seznámen jak s původem a použitím sledovaných materiálů, tak s možnostmi a ochranou proti jejich zneužití.</p>			
Osnova předmětu	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Historie a původ forenzních věd, přehled oblastí zájmu forenzního výzkumu</li><li>2. Ohledání místa činu, latentní stopy, stopové důkazy</li><li>3. Biologické důkazy, forenzní analýzy DNA, pašování omamných a psychotropních látek, forenzní toxikologie</li><li>4. Zbraně a značky, dokumentace, vyšetřování požárů, výbuchů a analýza výbušnin</li><li>5. Od forenzních věd k jaderné forenzní analýze, jaderné forenzní vědy, přehled oblastí zájmu jaderného forenzního výzkumu</li><li>6. Jaderný palivový cyklus, naleziště a těžba uranu, výroba paliva, jaderné štěpení, jaderné materiály a jaderné zbraně, radioaktivní odpady</li><li>7. Materiály dvojího užití, databáze sledovaných látek a směsí</li><li>8. Národní a mezinárodní legislativní rámec související s jadernou problematikou, IAEA, EURATOM</li><li>9. Jaderné forenzní metody, problematika zajištění a interpretace důkazů, související národní a mezinárodní legislativní rámec</li><li>10. Jaderné a další zbraně hromadného ničení, bojové chemické látky, špinavé bomby</li></ol>			
Studijní literatura a studijní pomůcky				
Povinná literatura	<ul style="list-style-type: none"><li>• E. Katz et al.: Forensic Science. A multidisciplinary Approach. Wiley 2016</li><li>• K. J. Moody et al.: Nuclear Forensic Analysis. CRC Press 2014</li></ul>			
Doporučená literatura	<ul style="list-style-type: none"><li>• Advances in nuclear forensics: countering the evolving threat of nuclear and other radioactive material out of regulatory control: Summary of an international conference, Vienna, Austria, 7-10 July 2014. Vienna: International Atomic Energy Agency, 2015. ISBN: 978-92-0-104815-8</li><li>• Identification of High Confidence Nuclear Forensics Signatures. IAEA-TECDOC-1820, 2017. ISBN 978-92-0-105617-7</li></ul>			
Informace ke kombinované nebo distanční formě				
Rozsah konzultací (soustředění)	26	hodin		
Informace o způsobu kontaktu s vyučujícím				
Katedra jaderné chemie FJFI ČVUT, Břehová 7, 115 19 Praha 1, jan.kozempel@fjfi.cvut.cz				

B-III – Charakteristika studijního předmětu				
Název studijního předmětu	Konstrukce a provoz jaderných zařízení			
Typ předmětu	skupina B - volitelný	doporučený ročník / semestr		1/1-2
Rozsah studijního předmětu	26 p	hod.	26	kreditů
Prerekvizity, korekvizity, ekvivalence				
Způsob ověření studijních výsledků	zkouška	Forma výuky		přednášky
Forma způsobu ověření studijních výsledků a další požadavky na studenta	ústní zkouška			
Garant předmětu	Ing. Tomáš Bílý, Ph.D.			
Zapojení garanta do výuky předmětu	vyučující, zkoušející			
Vyučující	Ing. Tomáš Bílý, Ph.D. (85 %), doc. Ing. Lubomír Sklenka, Ph.D. (15 %)			
Stručná anotace předmětu				
<p>Kurz je zaměřen na konstrukci a provozování jaderných zařízení různých typů (současných i budoucích). Problematika je sledována z pohledu potřeb studijního oboru. Technické informace jsou východiskem jak pro studium bezpečnosti jaderných zařízení, tak i jejich zabezpečení, neboť důraz je kladen také na problematiku paliva a nakládání s palivem v jednotlivých typech jaderných zařízení.</p>				
<b>Osnova předmětu</b>				
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Definice jaderného zařízení a klasifikace jejich typů, oblasti využití jaderných zařízení, jaderná energetika ve světě.</li><li>2. Jaderný energetický reaktor a jeho části: palivové články, aktivní zóna, systém řízení reaktoru, jaderná elektrárna, systém odvodu tepla, bezpečnostní systémy, ochranná obálka - kontejnment, vývoj jaderných energetických reaktorů, členění reaktorů do čtyř generací, trvale odstavené reaktory</li><li>3. Typy jaderných reaktorů, používané typy jaderných paliv a jejich provozování, Online a offline výměna paliva</li><li>4. Vybrané projekty reaktorů generace III/III+</li><li>5. Reaktory generace IV</li><li>6. Malé a modulární reaktory</li><li>7. Charakteristiky čerstvého a vyhořelého paliva různých typů jaderných reaktorů - izotopické složení čerstvého a vyhořelého paliva, vlastnosti významných izotopů, problematika množení plutonia a uranu v jaderných reaktorech prostřednictvím U-Pu a Th-U cyklů</li><li>8. Nakládání s jaderným palivem v jaderné elektrárně - skladování čerstvého paliva, skladování vyhořelého paliva - bazény skladování, umístění těchto částí uvnitř JE a souvislosti jaderné bezpečnosti, suché a mokré meziskladování.</li><li>9. Výzkumné reaktory, konstrukce, provoz, oblasti využití, nakládání s palivem</li></ol>				
<b>Studijní literatura a studijní pomůcky</b>				
<b>Povinná literatura</b>				
<ul style="list-style-type: none"><li>• Heřmanský B.: „Jaderné reaktory I., Reaktory II. Generace“, Praha 2012</li><li>• Heřmanský B.: „Jaderné reaktory II., Reaktory III+ a IV. generace“, Praha 2012</li><li>• Kelly J. E.: “Generation IV International Forum: A decade of progress through international cooperation”, Progress in Nuclear Energy 77, 2014, 240-246</li></ul>				
<b>Doporučená literatura</b>				
<ul style="list-style-type: none"><li>• Cacuci D. G.: „Handbook of Nuclear Engineering: vol. 4: Reactors of Generations III and IV“, 2010, ISBN 978-0-387-98130-7</li><li>• Schneider M. a kol.: „The World Nuclear Industry Status Report 2018“, Paris, London, 2018</li><li>• IAEA: “Utilization Related Design Features of Research Reactors: A Compendium”, Technical Report Series, IAEA-TRS-455, IAEA, Vienna, 2007</li></ul>				
<b>Informace ke kombinované nebo distanční formě</b>				
Rozsah konzultací (soustředění)	26	hodin		
<b>Informace o způsobu kontaktu s vyučujícím</b>				
Katedra jaderných reaktorů FJFI ČVUT, V Holešovičkách 2, 180 00 Praha 8, tomas.bily@fjfi.cvut.cz				



B-III – Charakteristika studijního předmětu				
Název studijního předmětu	Kryptologie			
Typ předmětu	skupina B - volitelný	doporučený ročník / semestr	2/3-4	
Rozsah studijního předmětu	12 p + 14 l	hod.	26	kreditů
Prerekvizity, korekvizity, ekvivalence	Absolvování předmětu Úvod do bezpečnosti, zabezpečení a forenziky			
Způsob ověření studijních výsledků	Zkouška	Forma výuky	Přednášky, laboratoře	
Forma způsobu ověření studijních výsledků a další požadavky na studenta	Ústní zkouška			
Garant předmětu	prof. Ing. Róbert Lórencz, CSc.			
Zapojení garanta do výuky předmětu	vyučující, zkoušející			
Vyučující	prof. Ing. Róbert Lórencz, CSc. (50 %), Ing. Jiří Buček, Ph.D. (50%)			
Stručná anotace předmětu	Předmět seznámí studenty s problematikou kryptologie (tj. kryptografie a kryptoanalýzy), jakožto jednoho ze základních oborů v oblasti počítačové bezpečnosti. V první části předmětu budou probírány matematické základy tvorby šifer a principy, o nichž se opírá jejich bezpečnost. Jedná se zejména o teorii informace a teorii složitosti. Pozornost je věnována užití teorie informace v kryptologii (entropie informačních zdrojů a příbuzná témata). V druhé části, věnované kryptografii, se studenti seznámí s principy tvorby vybraných symetrických a asymetrických šifer. Při tom jsou vyloženy i související problémy, na kterých je založena většina současných asymetrických kryptosystémů. Ve třetí části se studenti seznámí s vybranými metodami kryptoanalýzy, včetně základů lineární, diferenciální a algebraické kryptoanalýzy. Dále budou probírány útoky na implementace šifer, a to zejména útoky postranními kanály, jako je např. časová analýza a odběrová analýza. Závěrem budou zmíněny metody obrany proti různým druhům útoků.			
Osnova předmětu				
1. Matematické základy tvorby šifer a jejich bezpečnost, teorie složitosti				
2. Teorie informace v kryptologii				
3. Blokové šifry, proudové šifry, hashovací funkce				
4. Asymetrická schémata šifrování a digitálního podpisu				
5. Problém diskretního logaritmu a problém faktorizace velkých čísel				
6. Kryptoanalytické metody				
7. Útoky postranními kanály				
8. Metody obrany proti útokům				
Studijní literatura a studijní pomůcky				
Povinná literatura				
• Menezes, A. J., Van Oorschot, P. C., & Vanstone, S. A.: Handbook of Applied Cryptography, CRC Press, ISBN: 0-8493-8523-7, October 1996				
• Koblitz, N.: Algebraic Aspects of Cryptography, Springer Science & Business Media, 2004				
• Padhye, S., Sahu, R. A., Saraswat, V.: Introduction to Cryptography, CRC Press, July 2018, ISBN 9781138071537				
Doporučená literatura				
• Mangard, S., Oswald, E. and Popp, T.: Power analysis attacks: Revealing the secrets of smart cards. Springer, Boston, ISBN: 978-0-387-30857-9, 2007				
• Jacobson, D.: Introduction to Network Security, CRC Press, ISBN 9781584885436, November 2008.				
• Parr, CH., Pelzl, J.: Understanding Cryptography, Springer, 2009				
Informace ke kombinované nebo distanční formě				
Rozsah konzultací (soustředění)	26	hodin		
Informace o způsobu kontaktu s vyučujícím				
Katedra informační bezpečnosti FIT ČVUT, Thákurova 9, 160 00 Praha 6, lorencz@fit.cvut.cz				

B-III – Charakteristika studijního předmětu				
Název studijního předmětu	Kvantová informace a kryptografie			
Typ předmětu	skupina B - volitelný	doporučený ročník / semestr		2/3-4
Rozsah studijního předmětu	24 p + 2 s	hod.	26	kreditů
Prerekvizity, korekvizity, ekvivalence				
Způsob ověření studijních výsledků	zkouška	Forma výuky		Přednášky, seminář
Forma způsobu ověření studijních výsledků a další požadavky na studenta	ústní zkouška			
Garant předmětu	prof. RNDr. Čestmír Burdík DrSc.			
Zapojení garanta do výuky předmětu	vyučující, zkoušející			
Vyučující	prof. RNDr. Čestmír Burdík DrSc.			
Stručná anotace předmětu				
<p>Předmět se zabývá kvantovým zpracováním informace, kvantovými výpočty, kvantovou komunikací z hlediska bezpečnosti a kvantovou kryptografií. Studenti pochopí, jak specifické zákonitosti kvantové fyziky a vlastností mikroskopického kvantového světa umožňují dosáhnout cílů nedosažitelných klasicky, případně mnohé úlohy řešit efektivněji. Cílem předmětu je rozvoj praktických a teoretických znalostí z oblasti bezpečnosti počítačů s využitím nejnovějších světových trendů v oblasti kvantového zpracování informace a kryptografie.</p>				
<b>Osnova předmětu</b>				
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Kvantově fyzikální základy kvantového počítání</li><li>2. Hilbertův prostor, operátory, projekční operátory; matice hustoty pro statistickou směs a pro subsystém většího kvantového systému</li><li>3. Kvantová nelokalita, kvantová korelace -"entanglement", míra entanglementu - entropie; nemožnost okamžitého přenosu informace</li><li>4. Kvantový generátor náhodných čísel</li><li>5. Kvantová teleportace, husté kvantové kódování - princip, experimenty</li><li>6. Kvantová kryptografie - princip, protokol BB84, "jednofotonové" a "dvoufotonové" metody, současný stav</li><li>7. Kvantové počítače: výpočetní složitost; qubit, kvantová hradla</li><li>8. Kvantový algoritmus pro faktorizaci</li><li>9. Aplikace kvantových algoritmů</li></ol>				
<b>Studijní literatura a studijní pomůcky</b>				
<b>Povinná literatura</b>				
<ul style="list-style-type: none"><li>• Moret-Bonillo, V.: Adventures in Computer Science. From Classical Bits to Quantum Bits, Springer International Publishing AG 2017</li><li>• Tittel, W., Zbinden, H.: Quantum Cryptography, 2001</li><li>• Alber, G. et al.: Quantum Information, Springer, Berlin, 2001</li></ul>				
<b>Doporučená literatura</b>				
<ul style="list-style-type: none"><li>• Lipton, R. J., Regan, K. W.: Quantum Algorithms Via Linear Algebra: A Primer , MIT Press, 2014</li><li>• Nielsen, M. A., Chuang, I. L.: Quantum Computation and Quantum Information, Cambridge Univ. Press, Cambridge, 2000</li></ul>				
<b>Informace ke kombinované nebo distanční formě</b>				
Rozsah konzultací (soustředění)	26	hodin		
<b>Informace o způsobu kontaktu s vyučujícím</b>				
Katedra matematiky FJFI ČVUT, V Trojanova 13, 120 00 Praha 2, cestmir.burdik@fjfi.cvut.cz				

B-III – Charakteristika studijního předmětu				
Název studijního předmětu	Pokročilá jaderná chemie			
Typ předmětu	skupina B - volitelný		doporučený ročník / semestr	1/1-2
Rozsah studijního předmětu	24 p + 15 l	hod.	39	kreditů
Prerekvizity, korekvizity, ekvivalence	Znalost všech chemických disciplín na úrovni magistra nebo inženýra chemie nebo chemické technologie.			
Způsob ověření studijních výsledků	zkouška		Forma výuky	přednášky, laboratoře
Forma způsobu ověření studijních výsledků a další požadavky na studenta	ústní zkouška			
Garant předmětu	prof. Ing. Jan John, CSc.			
Zapojení garanta do výuky předmětu	vyučující, zkoušející			
Vyučující	prof. Ing. Jan John, CSc. (66 %), doc. Ing. Václav Čuba, Ph.D. (34 %)			
Stručná anotace předmětu	<p>Cílem předmětu je předat studentům v plné šíři poznatky o vlastnostech hmoty a jevech chemické a fyzikálně chemické povahy, jejichž původcem je nebo na se nich podílí jádro atomu a jeho přeměny. Předmět pokrývá celou šíři oboru „jaderná chemie“ od definice a vývoje jaderné chemie a radiochemie, přes jaderná individua, jaderné reakce, přirozenou a umělou radioaktivitu, kinetiku jaderných reakcí, zákonitosti radioaktivních přeměn, energetiku jaderných reakcí, hmotnostní a energetická bilance jader, výtěžky jaderných reakcí, účinný průřez, excitační funkce, štěpné reakce, chemie atomů vytvořených jadernou reakcí. Přednášky jsou doprovázeny laboratořemi. Absolvováním předmětu získají studenti schopnost rozvíjet získané znalosti a uplatnit jaderně chemické metody ve vlastní výzkumné práci. Tyto poznatky jsou součástí nutného vědomostního základu studentů, kteří jsou v rámci studijního programu Bezpečnost a zabezpečení jaderných zařízení a forenzní analýzy jaderných materiálů zaměřeni na jadernou forenzní analýzu.</p>			
<b>Osnova předmětu</b>				
<div><div>1. Jaderná individua, vlastnosti, symbolika a stabilita atomových jader</div><div>2. Jaderné reakce, jejich třídění, popis a mechanismus</div><div>3. Přirozená a umělá radioaktivita, přeměnové řady</div><div>4. Aktivita a množství radionuklidů, kinetika jaderných reakcí</div><div>5. Energetika jaderných reakcí, jejich přehled a charakteristika</div><div>6. Výtěžky jaderných reakcí, účinný průřez, excitační funkce</div><div>7. Štěpné, fúzní a termonukleární reakce</div><div>8. Chemie nascentních atomů</div></div>				
<b>Studijní literatura a studijní pomůcky</b>				
<b>Povinná literatura</b>				
<div><div>• Rösch, F.: Nuclear and Radiochemistry, Vol. 1 – Introduction, De Gruyter, 2014 + Vol. 2 – Modern Applications, De Gruyter, 2016</div><div>• Choppin, G., Liljenzin, J. O., Rydberg, J.: Radiochemistry and Nuclear Chemistry, 4th Edition, Butterworth - Heinemann, 2013</div><div>• Daňo, M., Galamboš, M., Frišták, V.: Jadrové žiarenie: zákony - meranie - výpočty - štatistika, Univerzita Komenského Bratislava, 2017</div></div>				
<b>Doporučená literatura</b>				
<div><div>• Majer, V. et al.: Základy jaderné chemie, SNTL Praha, 1981</div><div>• Vértes, A. et al.: Handbook of Nuclear Chemistry, Kluwer, Dordrecht 2003</div><div>• Mizera, J., Lebeda, O., Gosman, A.: Výpočty pro jaderné chemiky, ČVUT Praha, 2001</div></div>				
<b>Informace ke kombinované nebo distanční formě</b>				
Rozsah konzultací (soustředění)	39	hodin		
<b>Informace o způsobu kontaktu s vyučujícím</b>				
Katedra jaderné chemie FJFI ČVUT, Břehová 7, 115 19 Praha 1, jan.john@fjfi.cvut.cz				

B-III – Charakteristika studijního předmětu				
Název studijního předmětu	Radiační efekty v polovodičích			
Typ předmětu	skupina B - volitelný		doporučený ročník / semestr	2/3-4
Rozsah studijního předmětu	26 p	hod.	26	kreditů
Prerekvizity, korekvizity, ekvivalence	nejsou			
Způsob ověření studijních výsledků	zkouška		Forma výuky	přednášky
Forma způsobu ověření studijních výsledků a další požadavky na studenta	ústní zkouška			
Garant předmětu	Ing. Vladimír Linhart, Ph.D.			
Zapojení garanta do výuky předmětu	vyučující, zkoušející			
Vyučující	Ing. Vladimír Linhart, Ph.D.			
Stručná anotace předmětu	<p>Tento předmět se zabývá analýzou radiačních problémů se zaměřením na nejvýznamnější aspekty, které jsou důležité pro pochopení degradujících efektů, jež jsou pozorovány v polovodičových zařízeních, v integrovaných obvodech a v elektronických systémech během jejich ozáření. Analýza je věnována jak efektům způsobených jednotlivými částicemi ionizujícího záření, tak efektům vytvořených kumulovanou depozicí energie tohoto záření. Studenti tak budou seznámeni s teoretickými i praktickými poznatky o možném narušení polovodičových součástek v elektronických zařízeních a v přístrojích používaných pro monitorování zdrojů ionizujícího záření. To jim v následné praxi umožní řešit úlohy související s bezpečností a zabezpečením jaderných zařízení a zdrojů ionizujícího záření.</p>			
Osnova předmětu	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Připomenutí poznatků ze základních kurzů a jejich užití v problematice radiačního poškození</li><li>2. Zdroje částic ionizujícího záření vhodné pro radiační testy, základní mechanismy radiačního poškození</li><li>3. Radiační poškození způsobené kumulovanou depozicí energie v křemíku</li><li>4. Kvalitativní popis technologických prvků polovodičových detektorů z pohledu jejich radiační odolnosti</li><li>5. Radiační odolnost detektorů ionizujícího záření založených na jiných materiálech než je křemík</li><li>6. Nedestruktivní poruchy</li><li>7. Konstrukce pamětí typu SRAM a strategie zvýšení jejich radiační odolnosti, radiační efekty způsobené integrální dávkou, vratné a nevratné radiační efekty způsobené interakcí jednotlivých částic ionizujícího záření</li><li>8. Radiační efekty v mikroprocesorech, přehled výsledků nedávných experimentů</li><li>9. Programovatelná pole (FPGA), vratné a nevratné radiační efekty, detekční a korekční techniky, modely spolehlivosti, přehled experimentů zkoumajících radiační odolnost FPGA</li><li>10. Autonomní detekce a charakterizace radiačních efektů v dalších typech polovodičových integrovaných obvodů</li><li>11. Nedestruktivní poruchy v nově vyvíjených zařízeních a elektronických obvodech</li></ol>			
Studijní literatura a studijní pomůcky				
Povinná literatura	<ul style="list-style-type: none"><li>• Autran, J. L., Munteanu, D., S, Iniewski, K. ed: Soft errors – from particles to circuits, ISBN: 978-1-4665-9084-7, CRC Press 2015</li><li>• Bagatin, M., Herardin, S, Iniewski, K. ed: Ionizing radiation effects in electronics – from memories to imagers, ISBN: 978-1-4987-2260-5, CRC Press 2016</li><li>• Iniewski, K.: Radiation Effects in Semiconductors, ISBN: 978-1-4398-2694-2, CRC Press 2011</li></ul>			
Doporučená literatura	<ul style="list-style-type: none"><li>• Leroy, C., Rancoita, P.G.: Principles of radiation interaction in matter and detection, 2nd Ed., World Scientific Publishing Company, 2009</li><li>• Hartmann, F.: Evolution of silicon sensor technology in particle physics, ISBN: 978-3-319-64434-9, Springer, 2017</li><li>• Knoll, G. F.: Radiation detection and measurements, 4th Ed., ISBN: 978-0470131480, Wiley, 2010</li></ul>			
Informace ke kombinované nebo distanční formě				
Rozsah konzultací (soustředění)	26	hodin		
Informace o způsobu kontaktu s vyučujícím				
Katedra dozimetrie a aplikace ionizujícího záření FJFI ČVUT, Břehová 7, 115 19 Praha 1, vladimir.linhart@fjfi.cvut.cz				

B-III – Charakteristika studijního předmětu				
Název studijního předmětu	Radiační ochrana zásahových situací			
Typ předmětu	skupina B - volitelný	doporučený ročník / semestr		2/ 3-4
Rozsah studijního předmětu	20 p + 4 l + 2s	hod.	26	kreditů
Prerekvizity, korekvizity, ekvivalence	nejsou			
Způsob ověření studijních výsledků	zkouška	Forma výuky		přednášky, laboratoře, seminář
Forma způsobu ověření studijních výsledků a další požadavky na studenta	ústní zkouška			
Garant předmětu	Mgr. Aleš Froňka, Ph.D.			
Zapojení garanta do výuky předmětu	vyučující, zkoušející			
Vyučující	Mgr. Aleš Froňka, Ph.D.			
Stručná anotace předmětu	<p>Předmět je zaměřen na bezpečnost jaderných zařízení a zdrojů ionizujícího záření s cílem seznámit studenty s teoretickými a praktickými aspekty zvládání mimořádných událostí. Pozornost je věnována především porozumění základním principům a postupům provádění zásahů při odezvě na radiační mimořádnou událost, včetně hodnocení jejího dalšího vývoje. Součástí předmětu jsou i laboratoře (praktické cvičení) provedení zásahu při nálezů opuštěného radioaktivního zdroje v terénních podmínkách a závěrečné shrnutí získaných poznatků a zkušeností z provedeního zásahu v rámci společného semináře.</p>			
Osnova předmětu	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Legislativa v oblasti radiační ochrany a havarijní připravenosti (připravenost k odezvě na mimořádnou událost)</li><li>2. Koncepce, strategie a základní principy radiační ochrany</li><li>3. Uplatnění radiační ochrany v zásahových situacích</li><li>4. Havarijní plánování (vnější havarijní plány; havarijní řád; zóny havarijního plánování)</li><li>5. Radiační monitorovací síť (provoz RMS v normálním nebo havarijním režimu; stále a pohotovostní prvky)</li><li>6. Radiační nehody (příklady radiačních mimořádných událostí; analýza a hodnocení RMU)</li><li>7. Radiační nehody (důsledky pro havarijní připravenost a odezvu na zajištění radiační ochrany)</li><li>8. Vážné radiační havárie</li><li>9. Zneužití radioaktivní látky (kriminální jednání, teroristický útok)</li><li>10. Praktické aspekty uplatnění radiační ochrany v zásahových situacích v terénních podmínkách</li><li>11. Seminář a závěrečné shrnutí</li></ol>			
Studijní literatura a studijní pomůcky				
Povinná literatura	<ul style="list-style-type: none"><li>• Vyhláška č. 359/2016 Sb. - Vyhláška o podrobnostech k zajištění zvládání radiační mimořádné události, 2016</li><li>• Vyhláška č. 360/2016 Sb., Vyhláška o monitorování radiační situace, 2016</li><li>• Annals of the ICRP, Publication 103, The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, 2007</li></ul>			
Doporučená literatura	<ul style="list-style-type: none"><li>• IAEA Safety Standards Series, Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards, General Safety Requirements Part 3, Vienna (2014)</li><li>• IAEA Nuclear Security Series No. 22–G, Radiological Crime Scene Management, Vienna (2014)</li><li>• IAEA Emergency Preparedness and Response, Manual for First Responders to a Radiological Emergency, Vienna (2006)</li><li>• IAEA Safety Standards Series, Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency, Vienna (2002)</li></ul>			
Informace ke kombinované nebo distanční formě				
Rozsah konzultací (soustředění)	26	hodin		
Informace o způsobu kontaktu s vyučujícím				
Státní ústav radiační ochrany, v.v.i., Bartoškova 28, 140 00 Praha 4, ales.fronka@suro.cz				

B-III – Charakteristika studijního předmětu				
Název studijního předmětu	Radioanalytická chemie pro forenzní analýzu			
Typ předmětu	skupina B - volitelný		doporučený ročník / semestr	2/3-4
Rozsah studijního předmětu	26 p	hod.	26	kreditů
Prerekvizity, korekvizity, ekvivalence	Znalost jaderné chemie na úrovni Mgr. nebo Ing. jaderné chemie			
Způsob ověření studijních výsledků	zkouška		Forma výuky	přednášky
Forma způsobu ověření studijních výsledků a další požadavky na studenta	ústní zkouška			
Garant předmětu	doc. Ing. Mojmír Němec, Ph.D.			
Zapojení garanta do výuky předmětu	vyučující, zkoušející			
Vyučující	prof. Ing. Jan John, CSc. (50 %), doc. Ing. Mojmír Němec, Ph.D. (50 %)			
Stručná anotace předmětu				
<p>Přednáška seznamuje posluchače s principy jevů a metod, které se vyskytují a používají v jaderných forenzních vědách - od základů a definic až po principy a aplikace široké škály existujících analytických metod využívajících radionuklidy nebo ionizujícího záření pro stanovení stabilních prvků a dále o metodách stanovení vybraných radioaktivních prvků s důrazem na jejich stanovení ve vzorcích z životního prostředí. Absolvováním této přednášky získají posluchači základní znalosti nezbytné k pochopení navazujících předmětů z oblasti jaderných forenzních metod, dále získají schopnost zvolit optimální radioanalytickou metodu pro konkrétní aplikaci s přihlédnutím k možnostem pracoviště.</p>				
<b>Osnova předmětu</b>				
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Indikátorové metody, stanovení přirozeně indikovaných prvků</li><li>2. Izotopová zředovací analýza, radioreagenční metody</li><li>3. Metody založené na izotopové výměně, metody koncentračně závislého rozdělení</li><li>4. Neutronová aktivační analýza, fotoaktivační analýza, aktivační analýza nabitými částicemi</li><li>5. Metody založené na neaktivační interakci jaderného záření s látkou</li><li>6. Významné radionuklidy v životním prostředí, volba metodiky jejich stanovení</li><li>7. Zabezpečení jakosti v radioanalytických a forenzních laboratořích</li><li>8. Typy analyzovaných vzorků, obecné zásady odběru vzorků, odběry se zachováním důkazní informace</li><li>9. Analýza vzorků životního prostředí spektrometrií záření alfa a gama</li><li>10. Postup a zásady stanovení celkové aktivity alfa a beta</li><li>11. Stanovení aktinoidů, zejména U, Th, Pu a jejich izotopů, stanovení vybraných členů rozpadových řad</li><li>12. Stanovení C-14, tritia a radioizotopů vzácných plynů</li><li>13. Stanovení vybraných štěpných produktů, zejména izotopů Cs, Sr, I</li><li>14. Stanovení vybraných obtížně stanovitelných radionuklidů</li></ol>				
<b>Studijní literatura a studijní pomůcky</b>				
<b>Povinná literatura</b>				
<ul style="list-style-type: none"><li>• Lehto, J., Hou X.: Chemistry and Analysis of Radionuclides, WILEY-VCH Verlag &amp; Co., Germany, 2010</li><li>• K. J. Moody, P. M. Grant, I. D. Hutcheon: Nuclear Forensic Analysis, 2<sup>nd</sup> Edition, CRC Press, 2014</li><li>• Radioanalytická chemie pro forenzní analýzu, soubor podkladů přednášejících, 2018</li></ul>				
<b>Doporučená literatura</b>				
<ul style="list-style-type: none"><li>• Atwood, A. D. ed.: Radionuclides in the Environment, John Wiley &amp; Sons, New Jersey, 2010</li><li>• Kahn, B. ed.: Radioanalytical Chemistry, Springer, 2007</li><li>• Vertés, A., Nagy, S., Klencsár, Z. eds.: Handbook of Nuclear Chemistry, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 2003</li></ul>				
<b>Informace ke kombinované nebo distanční formě</b>				
Rozsah konzultací (soustředění)	26	hodin		
<b>Informace o způsobu kontaktu s vyučujícím</b>				
Katedra jaderné chemie FJFI, ČVUT v Praze, Břehová 7, 11519 Praha 1, mojmir.nemec@fjfi.cvut.cz				



B-III – Charakteristika studijního předmětu				
Název studijního předmětu	Výpočetní metody v detekci a dozimetrii ionizujícího záření			
Typ předmětu	skupina B - volitelný	doporučený ročník / semestr		2/3-4
Rozsah studijního předmětu	16 p + 10 s	hod.	26	kreditů
Prerekvizity, korekvizity, ekvivalence	Předpokladem studia jsou znalosti radiační fyziky a interakce záření, dozimetrie a základní znalosti modelování transportu záření. Praktická část vyžaduje vlastní práci/projekt v oblasti modelování transportu záření metodou Monte Carlo.			
Způsob ověření studijních výsledků	zkouška	Forma výuky		přednášky, seminář
Forma způsobu ověření studijních výsledků a další požadavky na studenta	ústní zkouška			
Garant předmětu	doc. Ing. Jaroslav Klusoň, CSc.			
Zapojení garanta do výuky předmětu	vyučující, zkoušející			
Vyučující	doc. Ing. Jaroslav Klusoň, CSc. (50 %), Ing. Tomáš Urban, Ph.D. (50 %)			
Stručná anotace předmětu	Předmět je zaměřený na teoretické a praktické zvládnutí pokročilejších oblastí využití matematických a stochastických metod (metoda Monte Carlo) a moderního počítačového vybavení se zaměřením na oblast simulací transportu záření látkou a zpracování a analýzy dat se zaměřením na dozimetrii, aplikace ionizujícího záření, detekci ionizujícího záření, spektrometrii, problematiku zabezpečení zdrojů, stínění a radiační ochranu. Znalosti získané absolvováním tohoto předmětu jsou nezbytné pro provádění výpočtů souvisejících s hodnocením bezpečnosti jaderných zařízení a zdrojů ionizujícího záření.			
Osnova předmětu	1. Pokročilé nástroje a metody modelování transportu záření 2. Opakované struktury, definice zdrojových členů a skórovacích procedur v opakovaných strukturách. 3. Metody skórování, modifikace skórovaných veličin, stanovení dozimetrických veličin a veličin radiační ochrany 4. Práce s rentgenografickými a mesh skórovacími procedurami 5. Metody redukce variance a jejich použití v geometricky rozsáhlých úlohách, popř. v úlohách návrhu/verifikace stínících konstrukcí 6. Modely interakce nabitých částic, metody implementace teorie mnohonásobného rozptylu 7. Modely interakce nenabitých částic, vliv teploty na účinné průřezy 8. Otázky přesnosti, správnosti, spolehlivosti a interpretace výsledků 9. Studentské semináře			
Studijní literatura a studijní pomůcky	Povinná literatura <ul style="list-style-type: none"><li>R.Y. Rubinstein, D.P. Kroese: Simulation and the Monte Carlo Method, 3rd Edition, ISBN: 978-1-118-63216-1, Wiley Series in Probability and Statistics, Nov 2016</li><li>O.N. Vassiliev. Monte Carlo methods for radiation transport: fundamentals and advanced topics. New York, NY: Springer Science+Business Media, ISBN 978-3-319-44140-5. 2016</li><li>Ronald E. Mickens. Mathematical Methods for Natural and Engineering Science, 2nd Edition. World Scientific Publishing Company, ISBN 978-981-3202-70-2. 2017</li></ul> Doporučená literatura <ul style="list-style-type: none"><li>S. Selcuk Bavin. Mathematical Methods in Science and Engineering, 2<sup>nd</sup> Edition. Wiley. ISBN 978-111-9425-39-7, 2018</li><li>K.F. Riley. Mathematical Methods for Physics and Engineering. Cambridge University Press. ISBN 978-052-1679-71-8. 2006</li><li>J. E. Turner, D. J. Downing a J. S. Bogard. Statistical methods in radiation physics. Weinheim, Germany: Wiley-VCH, ISBN 978-3-527-64654-8. 2012</li></ul>			
Informace ke kombinované nebo distanční formě				
Rozsah konzultací (soustředění)	26	hodin		
Informace o způsobu kontaktu s vyučujícím				
Katedra dozimetrie a aplikace ionizujícího záření FJFI ČVUT, Břehová 7, 115 19 Praha 1, jaroslav.kluson@fjfi.cvut.cz				