

Tematické okruhy ke státní závěrečné zkoušce (SZZ)
v magisterském studijním oboru Přístroje a metody pro biomedicínu
navazujícího magisterského studijního programu
N3921 „Biomedicínská a klinická technika“

Dle čl. 7 odst. 3 Směrnice děkana pro realizaci bakalářských a navazujících magisterských studijních programů na Českém vysokém učení technickém v Praze – Fakultě biomedicínského inženýrství stanovuje děkan na základě návrhu vedoucí katedry přírodovědných oborů níže uvedené tematické okruhy.

Tematické okruhy jsou v souladu s obsahem schválené žádosti MŠMT o prodloužení platnosti akreditace navazujícího magisterského studijního programu N 3921 Biomedicínská a klinická technika a 2 letého magisterského studijního oboru „Přístroje a metody pro biomedicínu“ ze dne 26. 2. 2016 pod č. j. MSMT-6900/2016.

Tematické okruhy jsou koncipovány jako nezbytné minimum znalostí (teoretických a praktických), které jsou nutné pro úspěšné uplatnění absolventa Fakulty biomedicínského inženýrství v praxi. Pro lepší orientaci studentů jsou na konci tematického okruhu uvedeny názvy závazných oborových předmětů, které níže uvedené okruhy obsahují. Na základě odst. 3 článku 7 uvedené směrnice jsou **pro studenta povinné uvedené okruhy I. a II. Okruh III. je určený** podle skladby absolvovaných povinně volitelných předmětů. Tento okruh se bude zužovat na základě absolvovaných povinně volitelných předmětů tak, aby student absolvoval SZZ pouze z předmětů, které v rámci studia absolvoval. Během SZZ dostává student přiděleny min. 2 otázky z každého tematického okruhu mající zejména souvislost s tématem diplomové práce. Nejsou však vyloučeny ani otázky, které přímo souvisejí s okruhem, či s tématem diplomové práce, ale jsou obsahem osnov bezprostředně souvisejících problematik. Otázky zadávají členové komise, popř. člen komise určený předsedou komise. Odpovědi na otázky mohou následovat bezprostředně po zadání a bez písemné přípravy.

OKRUH I. Teoretické základy biomedicínské techniky
Theoretical fundaments of biomedical technology

OKRUH II. Využití techniky v biologii a medicíně
Engineering applications in biology and medicine

OKRUH III. Teoretický základ specializace
Theoretical basis of specialization

OKRUH I. Teoretické základy biomedicínské techniky

Vlnové vlastnosti částic, Vlnová funkce, Princip superpozice, Heisenbergovy relace neurčitosti pro polohu a hybnost, Schrödingerova rovnice, Rovnice kontinuity pro hustotu pravděpodobnosti, Lineární harmonický oscilátor, Spin, Pauliho vylučovací princip, Atom vodíku, Kvantová čísla popisující stav elektronu v atomu, Víceelektronové atomy, Atom v elektrickém a magnetickém poli, Starkův jev, Zeemanův jev, Dvouatomové molekuly, Molekula vodíku, Víceatomové molekuly. (17PMP2AMF Atomová a molekulární fyzika)

Termodynamická soustava - inerciální, neinerciální, otevřená, uzavřená, izolovaná, adiabaticky izolovaná, Rovnovážný stav, První termodynamický zákon, Ideální plyn, Děj izochorický, izobarický, izotermický a adiabatický, Entalpie, Carnotův ideální kruhový děj, Kinetická teorie plynu, Odvození tlaku plynu z kinetické teorie částic, Maxwell-Boltzmanova rozdělovací funkce, Statistická interpretace entropie, Plyn v silovém poli, Barometrická rovnice. (17PMP2VKF *Vybrané kapitoly z fyziky*)

Optické záření a světlo, Index lomu, Absorpční a emisní spektra, Lambert-Beerův zákon, Geometrická optika, Paprsek, Vlnoplocha, Fermatův princip, Zákon odrazu a lomu, Totální odraz, Fresnelovy vztahy, Paraxiální zobrazení tenkou čočkou, ABCD matice, Numerická apertura, Hloubka zobrazení, Vady (aberrace) optických prvků, Vlnová optika, Energie elektromagnetického vlnění, Intenzita záření, Gaussovske svazky, Interference světla, Časová a prostorová koherence, Youngův pokus, Difrakce na otvoru a mřížce, Polarizace světla. (17PMP2OGV *Optika geometrická a vlnová*)

Struktura a funkce DNA, Stavba genu, Morfologie chromosomů, Proces replikace, Bakteriální genom, Eukaryotní genom, Struktura a funkce RNA, Purinové a pyrimidinové báze, Ribozomální RNA, Messenger RNA, Transferová RNA- stavba a funkce ribozómu, Proces transkripce, Proces translace, Genová exprese a její regulace, Struktura a funkce proteinů, Imunoglobuliny, Enzymy, Enzymaticky katalyzované reakce v buňce, Analýza DNA, Mutace, mutageny, nádorová transformace, Genové inženýrství, GMO, Genová terapie. (17PMP2MB *Molekulární biologie pro biomedicínské inženýrství*)

Živé systémy, Funkční oddíly lidského organismu- cytosol, mezibuněčný mok, krev složení, objemy, měření, Buňka -struktura, selektivita, Dynamika membránových přenašečů, Buněčná polarita, Klasifikace transportů, Onsagerovy vztahy, Energetika buňky -transport protonu a elektronu, Tvorba a užití ATP, Konformační změny proteinů, Transport plynů - ventilace, alveolokapilární difuze, přenos krve - regulace, arteficiální ventilace, Funkční principy trávicího systému, Telemetrie transportu střevního obsahu, Hemodynamika, Mikrocirkulace, Kapilární výměna, Regulace, Exkrece odpadních látek -principy ledvinné funkce, clearance, Hemodialýza, Buněčné signály - iontová výměna na membráně, Základy excitability a mezibuněčné komunikace, Vznik mechanické síly - kontraktilní proteiny, Funkce svaloviny, Nervosvalový aparát. Přenos a uchovávání informace v nervovém systému, Kognitivní funkce. (17PMP2BTR *Biotransport*)

OKRUH II. Využití techniky v biologii a medicíně

Laser – generátor, Otevřený rezonátor, Činitel jakosti Q, Stabilita rezonátoru, Aktivní prostředí, Populace hladin, Einsteinovy součinitelé, Interakce záření s kvantovými soustavami. Rezonanční přechody. Emise spontánní a stimulovaná, Zesilování, Saturace zisku, Aktivní prostředí v optickém rezonátoru, Práh generace, Výstupní výkon laseru, Optimální vazba, Dynamika laseru – provoz kontinuální, impulsní, Q-spínání, Synchronizace módů, Generace nanosekundových a femtosekundových impulsů, Pevnolátkové lasery, Plynové lasery, Bezpečnost práce s lasery. (17PMP2LT *Laserová technika*)

Fotoelektrický jev, Fotodioda, Fototranzistor, Fotonásobič, Integrovaný optický obvod, Fotovodivost, Fotoodpor, CCD zobrazovací zařízení, Radiační rekombinace, LED, Fotoemisivita, Fotoemisní kamera, Šíření optického záření v planárních a vláknových vlnovodech, Zesilování optického záření v dopovaných vlnovodech, Vlnovodné zesilovače a lasery, Optoelektronické senzory, Vláknový gyroskop, Interferometrické senzory, Fotonické krystaly, Metamateriály. (17PMP2OEL Optoelektronika)

Interakce záření s biologickými objekty. Resonanční a nerezonanční interakce, Fotoablace, Fotodestrukce, Rozptyl záření v tkáni, Absorpce záření v tkáni, Vnější a vnitřní fotoelektrický jev, Fotosyntéza, Spektroskopie jednotlivých molekul, Konfokální mikroskop, Fluorescenční mikroskopie, Dvou-fotonová mikroskopie, FLIM, FRAP, STED, Interferometrický biosenzor, mřížkový biosenzor, rezonanční zrcadlo, Metody pro zobrazování biologických systémů v nanorozměrech (TERS/SERS, CARS), Manipulace s buňkami pomocí optického záření, Pinzeta (tweezer). (17PMP2BFT Pokročilá biofotonika)

Analyty stanovené v klinické laboratorní medicíně, Metabolismus bílkovin, Enzymy, Biochemie nukleových kyselin, Porfyriny a buněčné heminy, Lipidy, fosfolipidy, glykolipidy a membrány. Isoprenoidní lipidy, Metabolismus lipidů, Sacharidy, glykosidy, oligosacharidy a polysacharidy, Metabolismus sacharidů a diagnostika poruch, Hormony, Biologická oxidace, Vitamíny, Výživa, Metabolismus vody a minerálních látek, osmolalita, Acidobazická rovnováha a její poruchy, Imunochemické metody – ELISA. Vlastnosti a stanovení hormonů. (17PMP2ZBCH Základy biochemie a klinických analytických metod)

OKRUH III. Teoretický základ specializace – tento okruh se zužuje na základě absolvovaných PV předmětů tak, aby student byl zkoušen pouze z předmětů, které v rámci studia absolvoval.

Mikroskopie v optice. Elektronové mikroskopy SEM (Scanning Elektron Microscopy) a TEM (Transmission Electron Microscopy), Příprava vzorků pro SEM a TEM, SPM (Scanning Probe Microscopy), STM – (Scanning Tunneling Microscopy), NSOM (Scanning Near-Field Optical Microscopy - optický rastrovací mikroskop s lokální sondou, pracující v blízkém poli), AFM (Atomic Force Microscopy) - statické, dynamické, pokročilé techniky. Fluorescenční mikroskopie, Aplikace fluorescenční mikroskopie v biologii a medicíně, Konfokální mikroskopie, Zobrazovací metody pro mikroskopie. (17PMP2MMM Mikroskopické metody v medicíně)

Objektové datové typy, Přístup k položkám objektů, Inicializace instance, Zapouzdření, Konstruktor, Dědičnost, Hierarchie a vzájemné vztahy objektů, Virtuální metody, Polymorfismus, Přetížené operátory, Genericita, Kontejnery – Seznamy, Fronty, Zásobníky, Serializace objektů, Proudý dat, Persistentní objekty, Objektový návrh – Návrhové vzory, Objekty jako výpočetní procesy, Realizace rozsáhlých projektů, Formáty biomedicínských dat. (PMP2OOP Objektově orientované programování)

Příprava nanomateriálů, Nanokompozity, Nanoprášky, Nanovrstvy, Nanovlákná. PVD (Physical Vapor Deposition) metoda CVD (Chemical Vapor Deposition) metodami, Molekulární

epitaxe, Katodové naprašování, Iontové plátování, Plazmový nástřik, Mikroskopické metody pro kontrolu nanoprvků, Optický a konfokální mikroskop, Mikroskop atomárních sil, Skenovací tunelový mikroskop, Mikrotvrdost, Adheze, Smáčivost, Z-potenciál, Biokompatibilní vlastnosti. *(17PMP2TPN Technologické postupy v nanotechnologiích)*

Zobrazování s RTG zářením, neutrony, zářením gama, a energetickými ionty, Formování obrazu jako důsledek interakce ionizujícího záření s hmotou, Prostorové rozlišení, Linearita systému, Point Spread Function (PSF), Poměr signál šum (CNR), Zdroje záření Alfa, Beta, Gama, Neutrony, Radionuklidové zdroje, Rozpadové řady, Kosmické záření, Rentgenka, Synchrotrony, Rentgenové lasery, Urychlovače, Reaktory, Detektory ionizujícího záření, Zobrazovací detektory, Rentgenová radiografie, Mamografie, Skiaskopie, Fázový kontrast, Rentgenová výpočetní tomografie (CT). *(17PMP2AIZ Aplikace ionizujícího záření)*

Optické vlákno, Útlum Kritický poloměr ohybu, Evanescentní pole, Teorie šíření elektromagnetického záření optickým vláknem, Řešení Maxwellových rovnic - Vidová struktura, Jedno a více-vidová optická vlákna, Měření parametrů optických vláken, Spektrální závislost útlumu, Vlákn jako zobrazovací prvek, Endoskop, Optické vláknové senzory, Senzory vlastní a nevlastní, Chemické optické vláknové senzory. *(17PMP2VOB Vláknová optika pro biologii a medicínu)*

Obraz z geometrického i radiometrického hlediska, Frekvenční filtrace obrazu, Transformace jasu, Interpolace, Registrace, Konvoluce, Korelace, Filtrace šumu, Detekce hran, Lineární a nelineární metody, Komprese obrazu, Barevné obrazy, Rozpoznávání objektu v obrazech, Top Hat transformace, Vzdálenostní transformace, Metoda hlavních směrů, Huffmanovo kódování, Diskrétní kosinová transformace, Segmentace objektů v obrazech. *(17PMP2ZAO Zpracování a analýza obrazu)*

Přístroje pro měření kinematických a dynamických veličin pohybu, Kamerové systémy, Gyroakcelerometrické systémy, Tenzometrické systémy, Nástroje předzpracování měřených dat, Metody kvantitativního hodnocení kinematických a dynamických veličin pohybu, Statistické metody, Simulace chování biologických systémů, Inteligentní robotické protézy horních končetin, Zpracování EMG signálu, Řízení myoelektrických protéz, Pohony myoelektrických protéz. *(17PMP2ZMM Základy měření a simulace v mechanice)*

Biologické účinky elektromagnetického pole, Mikrovlnná hypertermie. Aplikátory pro hypertermii - kapacitní, vlnovodné, planární, s evanescentním videm, intrakavitární a intersticiální. Aplikátory metamateriálové, Testování hypertermických aplikátorů. Pennéova rovnice pro výpočet rozložení teploty v biologických tkáních při jejich interakci s EM polem. Plánování léčby v lokální a regionální hypertermii, Invazivní a neinvazivní metody měření teploty během termoterapie, MRI, mikrovlnný radiometr, Mikrovlnné zobrazování. *(17PMP2AEM Aplikace EM pole v medicíně)*

Přehled laserů používaných v medicínských aplikacích, Historie vzniku laserové medicíny, Hlavní faktory ovlivňující výsledky interakce záření s tkání, Navedení laserového záření do interakčního prostoru, Lasery v oftalmologii, Lasery v dermatologii, Lasery v chirurgii, Lasery v kardiologii a angioplastice, Lasery v zubním lékařství, Lasery v neurochirurgii, Lasery v

urologii, Lasery v gastroenterologii, Lasery v otorinolaryngologii, Lasery v ortopedii, Přínos laserů pro medicínu. (*17PMP2ALM Aplikace laserů v medicíně*)

Elastický a neelastický rozptyl světla, Elektronové přechody v molekulách, Dipólový moment přechodu a výběrová pravidla, Franck-Condonův princip, Jabloňského diagram, Fluorescenční excitační a emisní spektrum, Kvantový výtěžek, Sektrofluorimetr, Metoda časově korelovaného čítání fotonů Zhášení fluorescence, Polarizace fluorescence, Anizotropie fluorescence, Vliv lokálního okolí fluoroforu na spektrum a dynamiku jeho fluorescence, Fluorofory v biomedicíně. Autofluorescence živých organismů, fluorescence proteinů. (*17PMP2FSB Fluorescenční spektroskopie v biologii a lékařství*)

Molekulová a atomová hmotnost, Hmotnostní spektrum. Tvorba iontů v plynné fázi a jejich interakce s elektrickým a magnetickým polem, Iontová optika (sektory, kvadrupóly, iontové pasti, TOF). Chemické vlastnosti a reaktivita iontů, přenos náboje, přenos protonu, Konstrukce hmotnostních spektrometrů, Plynová chromatografie s hmotnostní spektrometrií, Kapalinová chromatografie s hmotnostní spektrometrií, Laserová desorpce a ionizace za účasti matrice MALDI. Time-of-flight hmotnostní spektrometr, Novorozenecký screening (vrozené metabolické poruchy), Identifikace bakterií pomocí MALDI-TOF analýzy celých buněk. (*17PMP2HSA Hmotnostní spektroskopie a její aplikace v biomedicíně*)

Buněčná biomechanika - struktura, mechanické vlastnosti, Biomechanika buněčné membrány, Biomechanika pasivních struktur - vazy, šlachy, kosti, Viskoelastické vlastnosti vazů, šlach a kostí, Měření mechanických vlastností pasivních struktur, Biomechanika aktivních struktur, Řízení svalové kontrakce, Mechanické vlastnosti prvků kardiovaskulárního systému a respiračního systému, Vlastnosti červených krvinek, Interakce mezi červenými krvinkami a cévní stěnou, Vznik trombů Proudění mozkomíšního moku, Mechanické vlastnosti vnitřních orgánů, Zranění a hojení orgánů. Biomechanické aspekty tkáňového inženýrství, Proces hojení zlomenin kostí, Remodelace měkkých tkání. (*17PMP2PBM Pokročilá biomechanika*)

V Kladně dne 21. 12. 2020

prof. MUDr. Jozef Rosina, Ph.D., MBA
děkan fakulty

doc. Ing. Lenka Lhotská, CSc.
vedoucí katedry přírodovědných oborů