

## **Tematické okruhy ke státní závěrečné zkoušce (SZZ)**

### **pro bakalářský studijní obor Biomedicínský technik**

#### **bakalářského studijního programu B3921 "Biomedicínská a klinická technika"**

(platné pro studenty s nástupem do studia naposledy v akademickém roce 2019/2020 nebo dříve)

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 pro daný akademický rok stanovuje děkan na základě návrhu vedoucího katedry biomedicínské techniky níže uvedené tematické okruhy.

Tematické okruhy jsou v souladu s obsahem schválené žádosti MŠMT o prodloužení platnosti akreditace 3 letého zdravotnického bakalářského studijního oboru Biomedicínský technik ze dne 20. prosince 2011 pod č. j. 40866/2011-M3 s dobou platnosti do 1. března 2020, dále se souhlasným stanoviskem MZd ČR ze dne 21. září 2011 pod č. j. 56620/2011/VZV a též s dalšími specifickými kritérii pro posuzování žádostí o re/akreditaci a rozšíření akreditace v nelékařských zdravotnických oborech schválených AK MŠMT ČR v roce 2006 a s obsahem Metodického pokynu MZ ČR uveřejněném v částce 10, 2010 Věstníku MZ ČR. **V tematických okruzích jsou promítnuty změny ve studijním plánu schválené vědeckou radou ČVUT FBMI a platné pro studenty 1. ročníku počínaje akademickým rokem 2017/2018.** Tematické okruhy jsou koncipovány jako nezbytné minimum znalostí, vědomostí a dovedností (teoretických a praktických), které jsou nutné pro úspěšné uplatnění absolventa zdravotnického oboru Biomedicínský technik v praxi. Pro lepší orientaci studentů jsou na konci tematického okruhu uvedeny názvy závazných předmětů, které níže uvedené okruhy obsahovaly. Při přihlašování se na státní závěrečnou zkoušku, v souladu s odst. 3 čl. 7, si **student vybere 3 povinné tematické okruhy**. Během SZZ dostává student přiděleny min. 2 otázky z každého tematického okruhu. Nejsou však vyloučeny ani otázky, které přímo souvisí s okruhem, či s tématem BP, ale jsou obsahem osnov teoretických a průpravných předmětů (typicky fyzika, chemie, statistika, informatika, apod.). Otázky mohou zadávat všichni členové komise, popř. člen komise určený předsedou, či místopředsedou komise. Odpovědi na otázky mohou následovat bezprostředně po zadání a odpovědi probíhají vždy bez písemné přípravy.

#### **Nemocniční infomační systémy (Hospital Information Systems) NIS:**

Rozdělení a klasifikace signálů, jednorozměrné a dvourozměrné signály, stochastické, stacionární a ergodické signály, vzorkování a kvantování signálů, vzorkovací teorém. Řetězec převodu signálu do počítače. Princip činnosti A/D převodníku. Zpracování signálů v časové oblasti. Digitální filtry FIR a IIR. Lineární a nelineární fázová charakteristika. Zpracování signálů ve frekvenční oblasti. Fourierova analýza, diskrétní Fourierova transformace, FFT, amplitudové a fázové spektrum, koherence, spektrální výkonová hustota, odhad spektra metodou periodogramu. Systémy a jejich popis. Spojité systémy. Vnější a vnitřní stavový popis. Lineární a nelineární systém. Formy vnějšího popisu spojitého lineárního systému. Problematika zjištění stability systémů. Odezvy systémů na deterministické signály a jejich využití pro identifikaci systémů. Systémy s diskrétním časem. Formy vnějšího popisu diskrétního lineárního systému - diferenční rovnice, přenosové funkce, frekvenční charakteristiky, rozložení nul a pólů, časové charakteristiky. Spojování systémů. Základní typy lineárních dynamických spojitých systémů. Chování systémů, přesnost regulačního děje, autonomnost řízení ve vícedimensionálních systémech. (17PBBUSS)

Modelování a simulace (cíle a proces modelování, prostředky pro popis modelu, modelování vs. simulace). Analogie v jednotlivých fyzikálních doménách. Kompartmentové modely. Populační modely - jednodruhá populace, dvoudruhá populace, spojité modely, diskrétní modely. Modely s věkovou strukturou. Epidemiologické modely - modely SIR, křížové modely venerických nemocí. Modelování biologických systémů. Farmakokinetické modely. Empirické modely. Analýza modelu, fázový diagram, cobwebbing. Identifikace parametrů. (17PBBMS)

Signály kardiovaskulárního systému. Fonokardiografie, apexkardiografie. Variabilita srdečního rytmu (HRV). Biosignály kosterních svalů a šlach, EMG. Evokované potenciály. EOG. Audiometrie. Spánková polygrafie. Modely dat AR, MA, ARMA - vlastnosti. Specifika zpracování jednotlivých biosignálů, základní parametry EEG, frekvenční pásma, montáže elektrod. Spektrální analýza biosignálů, parametrické a neparametrické modely odhadu spektra. Periodogram. Princip a výhody parametrických modelů odhadu spektra. Rozlišení sousedních frekvencí. Zobrazení výsledků spektrální analýzy. CSA-metoda komprimovaných spektrálních kulís. Topografické mapování elektrofyziologické aktivity v amplitudové i frekvenční oblasti. Analýza dlouhodobých EEG signálů, adaptivní segmentace, extrakce příznaků, shluková analýza, videomonitoring. (17PBBBLS)

Informační systémy - IS (dělení, tvorba systémů, životní cyklus vývoje IS, analýza IS, druhy údržby SW). Klasifikace počítačových sítí. Síťový model TCP/IP, adresování v TCP/IP (MAC a IP adresa, maska sítě), IPv4 a IPv6, DHCP, překlad adres (DNS), síťový hardware (switch, router). Server (druhy, účel). Nemocniční informační systémy (NIS), součásti NIS, PACS, DICOM. Možnosti připojení zdravotnických prostředků do NIS. Datové formáty pro komunikaci zdravotnických zařízení a MZ ČR. Systémy klasifikace diagnóz a procedur. Kvantitativní rozhodovací model (hodnocení - ROC křivka a účinnost - senzitivita, specificita). Databáze, systém řízení báze dat, datové modely, integritní omezení, normalizace dat, transakční zpracování dat. Zotavení z chyb IS. Požadavky na bezpečnost IT. Kryptografické mechanismy. Digitální podpis, certifikát, certifikační autorita, hashovací funkce, použití digitálního podpisu. Identifikace a autentizace: hesla, útoky na hesla, požadavky na hesla, biometriky, užití kryptografie, další možnosti - čipové karty aj. Principy antivirových programů. (ISZ)

**Výchozí předměty:** Úvod do systému a signálu (17PBBUSS), Modelování a simulace (17PBBMS), Biologické signály (17PBBBLS), Informační systémy ve zdravotnictví (17PBBISZ)

### **Lékařská přístrojová technika (Medical Devices) LPT:**

Antropometrie a popis polohy a pohybu lidského těla v prostoru. Metody a systémy měření, výpočtu a kvantitativního hodnocení pohybu v biomechanice. Kinematika a dynamika pohybu lidského těla. Měření a výpočet sil a momentů v biomechanice. Metody interpretace a kvantitativního hodnocení sil a momentů v biomechanice. Metody měření a výpočtu napětí a deformací v biomechanice a protetice. Biomechanika chůze a metody kvantitativního hodnocení chůze. Biomechanika horních a dolních končetin. Stabilita těla a metody hodnocení posturální stability. Výpočet a využití práce, energie a výkonu v biomechanice. Mechanická struktura a fyzikální funkce svalově kosterního systému. Biomateriály a biokompatibilita. Reologické modely biologických materiálů. Modelování vazů, šlach a svalů. Způsoby namáhání, deformace a materiálové vlastnosti kostí. Způsoby namáhání, deformace a materiálové vlastnosti vazů, šlach a svalů. Ortotické a protetické pomůcky, rozdělení a využití. Exoprotézy a endoprotézy horních a dolních končetin. Pevnostní výpočty, výpočty napětí a deformací v konstrukcích ortotických a protetických pomůcek. Myoelektrické protézy a metody měření a zpracování EMG signálu. (17PBBBBB)

Fyzikální principy, statické a dynamické parametry elektronických součástek a senzorů, elektronická zapojení, aplikace. Sensory teploty a IR záření, senzory mechanických veličin (tlak, síla, poloha, průtok, hladina, akcelerometr apod.), senzory piezoelektrické, magnetické, kapacitní, s indukčností, senzory magnetických veličin (Hallův a magnetoodporový jev, magnetotranzistor), senzory chemických a biochemických veličin (plyny, pH, ISFET). (17PBBSL)

Přehled a kategorizace prostředků zdravotnické techniky dle mezinárodních dokumentů. Zesilovače biopotenciálů (dynamický rozsah, kmitočtový rozsah, diferenciální zapojení, potlačení souhlasného signálu). Elektrokardiografie, svodové systémy. Metody a přístroje pro měření krevního tlaku (invazivní a neinvazivní metody). Diluční metody pro měření průtoku krve a minutového objemu. Pletysmografie a měření nasycení krve kyslíkem (regionální a pulzní oxymetrie). Elektroencefalografie a signály nervové soustavy. Přístroje a metody pro vyšetření sluchu. Elektromyografie a elektromyogram. Evokované potenciály. Metody plicní ventilace a plicní ventilátory. Kapnometrie. Lékařské monitory a Holterovské techniky. (17PBBLPZI)

Lékařská přístrojová technika v terapii (ultrazvukové přístroje, elektroterapie, fototerapie, magnetoterapie – NF a VF, přístroje pro dialýzu). Defibrilátory. Elektrochirurgické jednotky (ESU). Kardiostimulátory. Infuzní technika (lineární dávkovače, infuzní pumpy). (17PBBLPZ2)

Krevní plyny, jejich měření a interpretace výsledků. Modelování průtokových soustav, parametry a vlastnosti modelů. Principy a adverzní účinky umělé plicní ventilace. Konvenční a nekonvenční ventilační režimy, přístroje k jejich zajištění. Požadavky na anesteziologické přístroje. Anestetické látky a termodynamické principy činnosti přístrojů. Anestetické dávkovače a odpařovače. Zvlhčovače plynů. Přístroje pro monitorování a podporu krevního oběhu. (17PBBSPT)

Pacientské a přístrojové simulátory, testery a analyzátory – rozdíly, příklady použití. Základní principy realizace a souvislosti mezi jednotlivými fyzikálními doménami (tzv. analogie). Popis modelu KVS subsystému. Popis vybraných realizací simulátorů a testerů (EKG, SpO<sub>2</sub>, NIBP). Scénář a jeho tvorba (popis a příklad). Základní pojmy a zásady z anesteziologie a farmakologie aplikovatelné při použití celotělových pacientských simulátorů. Ostatní druhy simulátorů a fantomů. Možnosti využití v klinické praxi (příklady, souvislosti) (17PBPPSA)

Klasifikace zobrazovacích systémů (podle typu zobrazení, vztahu k elektromagnetickému spektru, potřeby externího zdroje energie, způsobu interakce záření či vlnění s objektem, morfologické a funkční, vztahu zorného pole a velikosti detektoru). Přenosové vlastnosti zobrazovacích systémů (PSF, OTF, MTF, PTF). Mikroskopie (fluorescenční, konfokální, se superrozlišením, elektronová). TV zobrazovací systémy. Snímání, digitalizace a základní metody zpracování obrazu (převodní charakteristiky - LUT, histogram, aritmetické a logické operace, konvoluce, souvislost mezi operacemi nad obrazem jasnem, kontrastem, LUT a histogramem). Infrazobrazovací systémy - zejména termovizní systémy. Konvenční RTG zobrazovací systém (skiografie, skiaskopie). RTG-TV zobrazovací systém. Endoskopické zobrazovací systémy (rigidní a flexibilní). Angiografie včetně DSA. Digitální radiografie (přímá a nepřímá konverze). Konvenční zobrazovací systémy v nukleární medicíně (gama kamera). (17PBKZS)

Ultrazvukové zobrazovací systémy včetně Dopplerovských modulů. Výpočetně tomografické zobrazovací systémy CT, MR, PET, SPECT. Hybridní zobrazovací systémy (SPECT/CT, PET/CT, PET/MR). Fantomy pro kalibrace a ověřování rozlišovací schopnosti. U každého z výše uvedených

zobrazovacích systémů v lékařství se předpokládá zejména znalost fyzikálního principu, způsobu vytváření výsledného obrazu v závislosti na primárním parametru, vlastností, parametrů a významných aplikací. (17PBBTZZ)

Optické metody (atomová spektrometrie a molekulová spektrofotometrie v UV-VIS oblasti, další optické metody). Chromatografie (tenkovrstvá, plynová, kapalinová). Elektroforéza (zónová a kapilární). Centrifugace. Hmotnostní spektrometrie. Elektrochemické metody (potenciometrie, metody využívající elektrolýzu, konduktometrie, typy elektrod). Biosenzory. Membránové procesy. Osmometrie. Základy metod molekulové genetiky (PCR, restrikční analýza). Principy imunochemických metod. Automatizované analyzátory (úplné a modulární systémy, počítače krevních částic, průtoková cytometrie, POCT, imunoanalýza). (17PBBLT)

**Výchozí předměty:** *Biomechanika a biomateriály (17PB BBBB), Elektronické součástky a senzory v lékařství (17PB BESL), Lékařské přístroje a zařízení I. (diagnostická technika) (17PB BLPZ1), Lékařské přístroje a zařízení II. (terapeutická technika) (17PB BLPZ2), Speciální přístrojová technika v anesteziologii a resuscitační péči (17PB BSPT), Pacientské a přístrojové simulátory a testery (17PB BPPSA), Konvenční zobrazovací systémy, Tomografické zobrazovací systémy (17PB BKZS, 17PB BTZZ), Laboratorní technika (17PB BLT)*

#### **Správa, údržba, servis a legislativa zdravotnické techniky (Health-care Technology Management) SÚSLZT:**

Poslání technické složky zdravotnického zařízení (oddělení zdravotnické techniky - OZT) specializované na péči o zdravotnické prostředky (ZP), odpovědnosti a pravomoci. Organizace denní a dlouhodobé operativní činnosti OZT pro technickou podporu provozu ZP. Názvosloví ve zdravotnictví, aplikace ZP v reálném provozu. Třídy rizika ZP, pravidla pro její určení dle platného právního předpisu. Pořizování přístrojů a jejich přejímka, instruktáž obsluhy, zavedení do provozu, dokumentace, vyřazení ZP z provozu. Systém vigilance ZP. Údržba a opravy interními silami a dodavatelsky. Technická evidence ZP. Metrologické zajištění ZP. Provádění kalibrací a zajištění ověření, nejistoty měření a jejich význam při aplikacích. Výběr vhodných měřidel. Kontroly elektrické bezpečnosti ZP, bezpečnostně technické kontroly ZP (tzv. BTK). Zvláštnosti pořizování ZP jako veřejné zakázky. Příprava podkladů pro výběrová řízení na ZP, stavební a technologická připravenost, transportní cesty, stanovení ceny ZP a odpisové sazby. Specifické požadavky z hlediska potřeb ARO a JIP (požadavky z hlediska přístrojového a prostorového vybavení podle standardu MZ). Systém managementu jakosti v činnosti OZT. Kupní smlouva, smlouva o dílo, servisní smlouva. Čištění a sterilizace, druhy sterilizací, parní sterilizace. Vzduchotechnika, přetlak, podtlak, aerosoly. Ionizující záření. Ochrana před jeho nežádoucími účinky. Dozimetrie. Standardy při použití zdrojů ionizujícího záření. Tlakové nádoby ve zdravotnictví. Medicinální plyny, voda, pára. Revize. Zavádění nových SW a technologií ve zdravotnických zařízeních. Projektové řízení a design (projektová dokumentace) při montáži nové technologie. (17PB BMZT)

Základní typy rozvodných sítí (TN, TT, IT). Elektrické rozvody ve zdravotnictví – zásadní specifika, zdravotnická síť IT (ZIS), VDO, DO, MDO, barevné značení zásuvek, kabelů, normy o prostorech (klasifikace) a rozvodech ve zdravotnictví (ČSN EN 61140, ČSN 33 2000-7-710), zálohování rozvodů (UPS, dieselaagregáty). Připojení jednofázových a trojfázových spotřebičů do jednotlivých typů rozvodných sítí. Zapojení jednofázových a třífázových zásuvek. Pohony v přístrojích ve zdravotnictví (druhy motorů – aplikace), momentová charakteristika, regulace otáček. Elektrické přístroje - jističí prvky a chrániče, zkraty, nadproudy, dimenzování vodičů. Ochrana před úrazem elektrickým

proudem - ochrana při poruše (ochrana před dotykem neživých částí) a ochrana základní (ochrana před dotykem živých částí), principy a prostředky. (17PBBSEL)

Legislativní úprava poskytování zdravotní péče v ČR (Úmluva o biomedicině, zákon o zdravotních službách). Zákon o odborné způsobilosti k výkonu zdravotnického povolání. Kvalifikační standardy. Celoživotní vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví. Odborná způsobilost v elektrotechnice (kvalifikace, související normy). Metodické pokyny MZ ČR (Věstník MZ ČR). Směrnice EU ve vztahu k ZP. Zákon o technických požadavcích na výrobky. Uvedení ZP na trh, postupy posuzování shody ZP, ES a EU prohlášení o shodě. Notifikace ZP, certifikát výrobku. Orgány ovlivňující trh ZP (SÚKL, ÚNMZ, notifikované osoby, MZ ČR) a jejich povinnosti a pravomoci. Technická dokumentace při vstupu na trh ZP. Systém řízení kvality v souvislosti se ZP. Nařízení vlády k zákonu o technických požadavcích na výrobky. Úloha zkušeben. Zákon o metrologii. Nemocniční metrologický řád. Technické normy vztahující se k ZP. Harmonizované a určené normy. Nařízení EU o zdravotnických prostředcích, zákon o zdravotnických prostředcích a další legislativa vztahující se ke ZP včetně nařízení vlády. Klinické zkoušky a klinická hodnocení ZP. Atomový zákon a jeho aplikace v resortu zdravotnictví. (17PBBZLN)

**Výchozí předměty:** *Management zdravotnické techniky (17PBBMZT), Silnoproudá elektrotechnika (17PBBSEL), Zdravotnická legislativa a normy (17PBBZLN)*

### **Základy lékařství a zdravotnictví (Fundamentals of Medical Sciences and Health Care Service)**

#### **ZLZ:**

Buňka. Řízení a regulace (termoregulace, udržování acidobazické rovnováhy). Nerv a sval. Autonomní nervový systém. Krev. Dýchání. Ledviny. Srdce a krevní oběh. Tělesná teplota a její udržování. Výživa a trávení. Endokrinní systém a hormony. Centrální nervový systém a smyslové orgány. Výše uvedená témata jsou chápána jako širší tematické bloky z oblasti fyziologie člověka a důraz bude kladen na pochopení a výklad fyziologických funkcí pomocí schémat a z hlediska souvislostí. Z hlediska anatomie je vyžadována znalost základních pojmů a terminologii v lékařství. (17PBBAF1+17PBBAF2)

Problematika vzrušivých tkání (svalů a nervové soustavy) z pohledu vzniku, možností měření a využití změn elektrických parametrů (akční, klidový potenciál, nerv, synapse). Možnosti měření elektrických parametrů na úrovni – buňka, tkáň a celý orgán. Příklady využití elektrických parametrů buněk, tkání a orgánů. Elektrická stimulace (základní princip, využití). (17PBBELFA)

Nádory. Záněty. Fyzikální vyšetření nemocného, anamnéza, fyziologická podstata EKG, krevní tlak. Základní onemocnění a jejich diagnostika včetně přístrojové v kardiologii, angiologii, pneumologii, nefrologii, gastroenterologii, hematologii, endokrinologii, ve vnitřním prostředí a u pohybového aparátu. Laboratorní diagnostické metody (hematologie, transfuziologie, biochemie, imunologie, mikrobiologie, sérologie). (17PBBZPD - část patologie)

Hygiena odpadů, možnosti likvidace a potenciální zdravotní rizika. Fyzikální faktory životního prostředí a jejich vliv na lidský organismus. Hygienické požadavky na zřizování a provoz zdravotnických zařízení, stavební a technické požadavky. Zásady hygienicko-protiepidemického režimu (dezinfekce, sterilizace, principy péče o zdravotnické prostředky - problematika sterilizace a ošetřování zdravotnických prostředků v souvislosti s platnou legislativou). Hygiena pracovního prostředí. Epidemický proces (charakteristiky, opatření). Principy neinfekční epidemiologie. Akutní

respirační a průjmová onemocnění. Virové hepatitidy, HIV/AIDS. Nozokomiální infekce (faktory ovlivňující jejich vznik a šíření, možnosti prevence, rezistence na antibiotika, principy imunizace). (17PBBZPD - část hygiena a epidemiologie)

Kardiopulmonální resuscitace. Defibrilace (AED). Řízené dýchání. Specifika resuscitace dětí. Zástava krvácení. Bezvědomí. Závažná poranění (poranění hlavy, poranění hrudníku, pneumotorax, abdominální poranění). Zlomeniny. Odsun a polohování. První pomoc při křečových stavech. První pomoc u vybraných závažných klinických stavů a to podezření na: akutní infarkt myokardu, hypo-/hyperglykémii, exacerbace asthma bronchiale, akutní alergickou reakci a cévní mozkovou příhodu. První pomoc při popáleninách a zasažení elektrickým proudem. První pomoc při poškození očí a sliznic. První pomoc při hypotermii a hypertermii. (17PBBPP)

Základní rozdíl mezi právními normami a etikou. Etické kodexy. Informovaný souhlas. Etika vztahu zdravotníka a výrobce (techniky, farmak), etika reklamy ve zdravotnictví, problém konfliktu zájmů v medicíně. Etické a právní normy regulující výzkum v medicíně. Etické komise. Problém transplantace orgánů a umělých orgánů, regulace vývoje a zavádění nových technologií v medicíně. (17PBBEBI)

Struktura resortu zdravotnictví. Architektura, struktura a typy zdravotnických zařízení. Druhy a popis zdravotnických a technických pracovišť ve zdravotnickém zařízení nemocničního typu. Modelové pozice nelékařských technických a zdravotnických pracovníků a jejich vzájemný vztah. Postavení a činnosti biomedicínské techniky ve zdravotnickém zařízení (požadavky na vzdělání, typické činnosti, specifika). Systém celoživotního vzdělávání ve zdravotnictví pro nelékařské profese. Systémy jakosti a akreditace nemocnic. (17PBBMAZ)

**Výchozí předměty:** *Anatomie a fyziologie (17PBBAF1+17PBBAF2), Elektrofyziologie (17PBBELFA), Základy patologie, hygieny a epidemiologie (17PBBZPD), První pomoc (17PBBPP), Etika v biomedicínském inženýrství (17PBBEBI), Management a administrativa ve zdravotnictví (17PBBMAZ)*

V Kladně dne 5. 12. 2022

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

doc. Ing. Martin Rožánek, Ph.D.  
vedoucí katedry biomedicínské techniky